



**BERUFSKOLLEG**  
Berufliches Gymnasium

# **Zentrale Abiturprüfung 2010**

## **Weiterer Leistungskurs Mathematik**

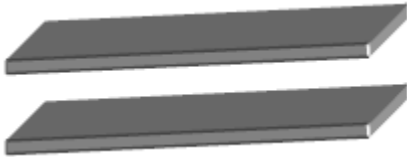
**Fachbereich Technik**

## Aufgabenstellung

### Aufgabe 1 (Stochastik)

(Gesamtpunktzahl 45 Punkte)

#### MPP Präzisionsplatten



Ein Metallfachhändler bietet in seinem Lieferprogramm für Aluminiumplatten unter anderem auch MPP Präzisionsplatten unterschiedlicher Legierungen, Plattenstärken und Plattengrößen an.

Um den Qualitätsstandard insbesondere bei der Dickentoleranz der häufig verkauften Plattenstärke von 6 mm halten zu können, fordert der Händler das ihn beliefernde Walzwerk auf, die tatsächlich produzierten Plattenstärken zu überprüfen. Dazu werden über einen längeren Zeitraum regelmäßig Platten aus der laufenden Produktion zufällig entnommen und nachgemessen.

1.1 Für die Zufallsvariable  $X$ : „Plattendicke“ ergibt sich folgende Wahrscheinlichkeitsverteilung:

Plattendicke in mm	5,94	5,96	5,98	6,00	6,02	6,04	6,06
$P(X = x_i)$	0,02	0,06	0,22	0,38	0,20	0,10	0,02

Berechnen Sie für die Zufallsvariable  $X$  den Erwartungswert, die Varianz sowie die Standardabweichung und stellen Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung in einem Säulendiagramm dar.

(7 Punkte)

1.2 Geben Sie drei Kriterien an, die darauf hinweisen, dass die Zufallsvariable  $X$ : „Plattendicke“ annähernd normalverteilt ist.

(6 Punkte)

Nach leichten Veränderungen an der Einstellung der Walze soll im Folgenden mit der mittleren Plattendicke  $\mu = 6,00$  mm und der Streuung  $\sigma = 0,04$  mm der normalverteilten Zufallsgröße gerechnet werden.

1.3 Ein Kunde wünscht eine Plattendicke zwischen 5,94 mm und 6,06 mm. Berechnen Sie, mit wie viel Prozent Ausschuss zu rechnen ist.

(7 Punkte)

1.4 Der Metallfachhändler möchte seinen Kunden bessere Qualität bezüglich der Plattendicke versprechen.

Leiten Sie rechnerisch das entsprechende Intervall für die Dickentoleranz um den Fertigungsmittelwert her, wenn die Wahrscheinlichkeit für Ausschuss von maximal  $p = 0,2$  nicht überschritten werden soll.

(8 Punkte)



Mit einer anderen Kundin trifft der Händler die folgende Vereinbarung: Beim Fertigen der Platten ist mit einer Wahrscheinlichkeit von  $p = 0,05$  Ausschuss außerhalb der angegebenen Toleranz zu akzeptieren. Andernfalls kann die komplette Lieferung kostenfrei zurückgewiesen werden. Um den Ausschuss zu überprüfen, kontrolliert die Kundin 20 Platten jeder Lieferung. Sie will die Lieferung zurückschicken, sobald sie mehr als eine Platte außerhalb der Toleranz findet.

- 1.5** Beurteilen Sie die Auswirkung der Entscheidungsregel dieser Vereinbarung in wenigen Sätzen.

**(5 Punkte)**

Nach Anschaffung einer neuen Maschine möchte der Händler die Preise mit dem Hinweis erhöhen, dass die Wahrscheinlichkeit für Ausschuss bei der Fertigung nun deutlich unter  $p = 0,05$  gesunken ist.

Bei der nächsten Lieferung soll diese Behauptung an 100 Platten überprüft werden. Die Hypothese, die Ausschusswahrscheinlichkeit habe sich nicht verringert, soll verworfen werden, wenn weniger als vier Platten außerhalb der Toleranz gefunden werden.

- 1.6** Bestimmen Sie rechnerisch die Wahrscheinlichkeit, dass von einer kleineren Ausschusswahrscheinlichkeit ausgegangen wird, dies tatsächlich aber nicht der Fall ist.  
Beurteilen Sie den errechneten Wert.

**(8 Punkte)**

- 1.7** Bestimmen Sie die maximale Anzahl  $k$  der Platten, die außerhalb der Toleranzgrenzen gefunden werden dürfen, damit die Wahrscheinlichkeit  $P(X \leq k)$  bei unveränderter Ausschusswahrscheinlichkeit  $p = 0,05$  unter einen Wert von 0,1 sinkt.  
Nennen Sie die Bezeichnung für den Bereich  $[0; k]$ .

**(4 Punkte)**



Tabellierte kumulierte Binomialverteilung

n	k	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1	0,125	1/6	0,2	0,25	0,3	1/3	0,4	0,5	k	n
100	0	1326	0476	0169	0059	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	99	100
	1	4033	1946	0872	0371	0003	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	98	
	2	6767	4198	2321	1183	0019	0002	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	97	
	3	8590	6472	4295	2578	0078	0009	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	96	
	4	9492	8179	6289	4360	0237	0035	0001	0000	0000	0000	0000	0000	0000	95	
	5	9845	9192	7884	6160	0576	0106	0004	0000	0000	0000	0000	0000	0000	94	
	6	9959	9688	8936	7660	1172	0267	0013	0001	0000	0000	0000	0000	0000	93	
	7	9991	9894	9525	8720	2061	0576	0038	0003	0000	0000	0000	0000	0000	92	
	8	9998	9968	9810	9369	3209	1088	0095	0009	0000	0000	0000	0000	0000	91	
	9		9991	9932	9718	4513	1837	0213	0023	0000	0000	0000	0000	0000	90	
	10		9998	9978	9885	5832	2810	0427	0057	0001	0000	0000	0000	0000	89	
	11			9993	9957	7030	3947	0777	0126	0004	0000	0000	0000	0000	88	
	12			9998	9985	8018	5152	1297	0253	0010	0000	0000	0000	0000	87	
	13				9995	8761	6318	2000	0469	0025	0001	0000	0000	0000	86	
	14				9999	9274	7352	2874	0804	0054	0002	0000	0000	0000	85	
	15					9601	8199	3877	1285	0111	0004	0000	0000	0000	84	
	16					9794	8842	4942	1923	0211	0010	0001	0000	0000	83	
	17					9900	9296	5994	2712	0376	0022	0002	0000	0000	82	
	18					9954	9595	6965	3621	0630	0045	0005	0000	0000	81	
	19					9980	9780	7803	4602	0995	0089	0011	0000	0000	80	
	20					9992	9886	8481	5595	1488	0165	0024	0000	0000	79	
	21					9997	9944	8998	6540	2114	0288	0048	0000	0000	78	
	22					9999	9974	9369	7389	2864	0479	0091	0001	0000	77	
	23						9989	9621	8109	3711	0755	0164	0003	0000	76	
	24						9995	9783	8686	4617	1136	0281	0006	0000	75	
	25						9998	9881	9125	5535	1631	0458	0012	0000	74	
	26						9999	9938	9442	6417	2244	0715	0024	0000	73	
	27							9969	9658	7224	2964	1066	0046	0000	72	
	28							9985	9800	7925	3768	1524	0084	0000	71	
	29							9993	9888	8505	4623	2093	0148	0000	70	
	30							9997	9939	8962	5491	2766	0248	0000	69	
	31							9999	9969	9307	6331	3525	0398	0001	68	
	32								9984	9554	7107	4344	0615	0002	67	
	33								9993	9724	7793	5188	0913	0004	66	
	34								9997	9836	8371	6019	1303	0009	65	
	35								9999	9906	8839	6803	1795	0018	64	
	36								9999	9948	9201	7511	2386	0033	63	
	37									9973	9470	8123	3068	0060	62	
	38									9986	9660	8630	3822	0105	61	
	39									9993	9790	9034	4621	0176	60	
	40									9997	9875	9341	5433	0284	59	
	41									9999	9928	9566	6225	0443	58	
	42									9999	9960	9724	6967	0666	57	
	43										9979	9831	7635	0967	56	
	44										9989	9900	8211	1356	55	
	45										9995	9943	8689	1841	54	
	46										9997	9969	9070	2421	53	
	47										9999	9983	9362	3086	52	
	48										9999	9991	9577	3822	51	
	49											9996	9729	4602	50	
	50											9998	9832	5398	49	
n	k	0,98	0,97	0,96	0,95	0,9	0,875	5/6	0,8	0,75	0,7	2/3	0,6	0,5	k	n



GAUSSsche Integralfunktion  $\Phi(z)$

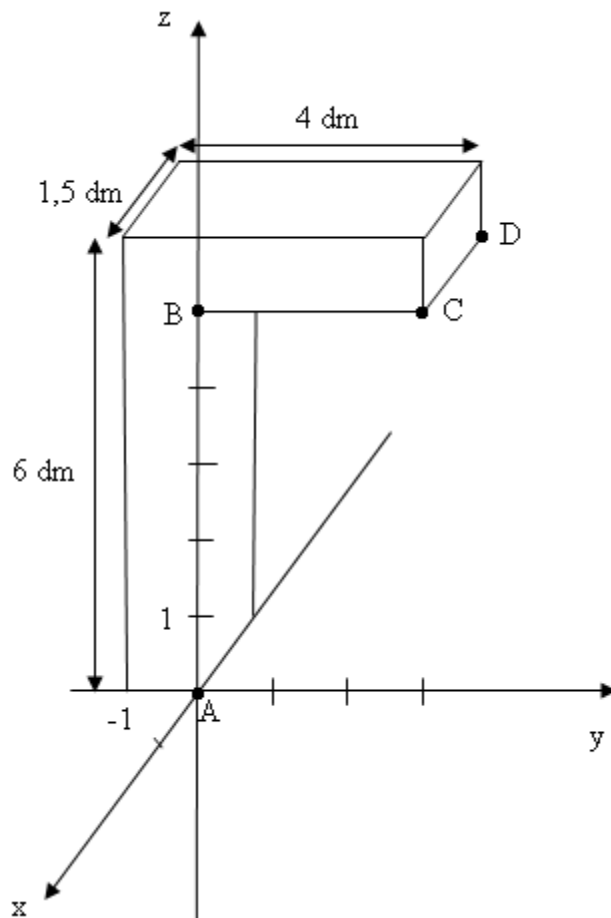
$$(\Phi(-z) = 1 - \Phi(z))$$

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
	0,		0,		0,		0,		0,		0,		0,		0,
0,00	5000	0,40	6554	0,80	7881	1,20	8849	1,60	9452	2,00	9772	2,40	9918	2,80	9974
0,01	5040	0,41	6591	0,81	7910	1,21	8869	1,61	9463	2,01	9778	2,41	9920	2,81	9975
0,02	5080	0,42	6628	0,82	7939	1,22	8888	1,62	9474	2,02	9783	2,42	9922	2,82	9976
0,03	5120	0,43	6664	0,83	7967	1,23	8907	1,63	9484	2,03	9788	2,43	9925	2,83	9977
0,04	5160	0,44	6700	0,84	7995	1,24	8925	1,64	9495	2,04	9793	2,44	9927	2,84	9977
0,05	5199	0,45	6736	0,85	8023	1,25	8944	1,65	9505	2,05	9798	2,45	9929	2,85	9978
0,06	5239	0,46	6772	0,86	8051	1,26	8962	1,66	9515	2,06	9803	2,46	9931	2,86	9979
0,07	5279	0,47	6808	0,87	8078	1,27	8980	1,67	9525	2,07	9808	2,47	9932	2,87	9979
0,08	5319	0,48	6844	0,88	8106	1,28	8997	1,68	9535	2,08	9812	2,48	9934	2,88	9980
0,09	5359	0,49	6879	0,89	8133	1,29	9015	1,69	9545	2,09	9817	2,49	9936	2,89	9981
0,10	5398	0,50	6915	0,90	8159	1,30	9032	1,70	9554	2,10	9821	2,50	9938	2,90	9981
0,11	5438	0,51	6950	0,91	8186	1,31	9049	1,71	9564	2,11	9826	2,51	9940	2,91	9982
0,12	5478	0,52	6985	0,92	8212	1,32	9066	1,72	9573	2,12	9830	2,52	9941	2,92	9982
0,13	5517	0,53	7019	0,93	8238	1,33	9082	1,73	9582	2,13	9834	2,53	9943	2,93	9983
0,14	5557	0,54	7054	0,94	8264	1,34	9099	1,74	9591	2,14	9838	2,54	9945	2,94	9984
0,15	5596	0,55	7088	0,95	8289	1,35	9115	1,75	9599	2,15	9842	2,55	9946	2,95	9984
0,16	5636	0,56	7123	0,96	8315	1,36	9131	1,76	9608	2,16	9846	2,56	9948	2,96	9985
0,17	5675	0,57	7157	0,97	8340	1,37	9147	1,77	9616	2,17	9850	2,57	9949	2,97	9985
0,18	5714	0,58	7190	0,98	8365	1,38	9162	1,78	9625	2,18	9854	2,58	9951	2,98	9986
0,19	5753	0,59	7224	0,99	8389	1,39	9177	1,79	9633	2,19	9857	2,59	9952	2,99	9986
0,20	5793	0,60	7257	1,00	8413	1,40	9192	1,80	9641	2,20	9861	2,60	9953	3,00	9987
0,21	5832	0,61	7291	1,01	8438	1,41	9207	1,81	9649	2,21	9864	2,61	9955	3,01	9987
0,22	5871	0,62	7324	1,02	8461	1,42	9222	1,82	9656	2,22	9868	2,62	9956	3,02	9987
0,23	5910	0,63	7357	1,03	8485	1,43	9236	1,83	9664	2,23	9871	2,63	9957	3,03	9988
0,24	5948	0,64	7389	1,04	8508	1,44	9251	1,84	9671	2,24	9875	2,64	9959	3,04	9988
0,25	5987	0,65	7422	1,05	8531	1,45	9265	1,85	9678	2,25	9878	2,65	9960	3,05	9989
0,26	6026	0,66	7454	1,06	8554	1,46	9279	1,86	9686	2,26	9881	2,66	9961	3,06	9989
0,27	6064	0,67	7486	1,07	8577	1,47	9292	1,87	9693	2,27	9884	2,67	9962	3,07	9989
0,28	6103	0,68	7517	1,08	8599	1,48	9306	1,88	9699	2,28	9887	2,68	9963	3,08	9990
0,29	6141	0,69	7549	1,09	8621	1,49	9319	1,89	9706	2,29	9890	2,69	9964	3,09	9990
0,30	6179	0,70	7580	1,10	8643	1,50	9332	1,90	9713	2,30	9893	2,70	9965	3,10	9990
0,31	6217	0,71	7611	1,11	8665	1,51	9345	1,91	9719	2,31	9896	2,71	9966	3,11	9991
0,32	6255	0,72	7642	1,12	8686	1,52	9357	1,92	9726	2,32	9898	2,72	9967	3,12	9991
0,33	6293	0,73	7673	1,13	8708	1,53	9370	1,93	9732	2,33	9901	2,73	9968	3,13	9991
0,34	6331	0,74	7704	1,14	8729	1,54	9382	1,94	9738	2,34	9904	2,74	9969	3,14	9992
0,35	6368	0,75	7734	1,15	8749	1,55	9394	1,95	9744	2,35	9906	2,75	9970	3,15	9992
0,36	6406	0,76	7764	1,16	8770	1,56	9406	1,96	9750	2,36	9909	2,76	9971	3,16	9992
0,37	6443	0,77	7794	1,17	8790	1,57	9418	1,97	9756	2,37	9911	2,77	9972	3,17	9992
0,38	6480	0,78	7823	1,18	8810	1,58	9429	1,98	9761	2,38	9913	2,78	9973	3,18	9993
0,39	6517	0,79	7852	1,19	8830	1,59	9441	1,99	9767	2,39	9916	2,79	9974	3,19	9993

Aufgabe 2 (Lineare Algebra / Analytische Geometrie)

(Gesamtpunktzahl 45 Punkte)

Beschreibung der Ausgangssituation:



Für die Maschinenfabrik Gamma soll ein neues Firmenlogo mit Hilfe eines Computerprogramms erstellt werden. Hierfür sind einige Überlegungen und Berechnungen notwendig.

Auf der Fabrikhalle soll der Buchstabe Gamma  $\Gamma$  (siehe Abbildung links) aus Kunststoff möglichst effektiv drehbar angebracht werden. Die Kantenlängen (in dm) sind der Zeichnung zu entnehmen.

- 2.1 Die Masse eines Körpers bestimmt sich aus Volumen und Dichte. Für die Konstruktion der Buchstabenhalterung ist es notwendig die Masse des Buchstabens zu bestimmen. Berechnen Sie diese. Die Dichte des verwendeten Kunststoffs beträgt  $1,05 \text{ kg/dm}^3$ .

(6 Punkte)

- 2.2 Der Buchstabe wird nach rechts gekippt, sodass die Ecke C auf die y-Achse trifft. Bestimmen Sie rechnerisch die Größe des zugehörigen Drehwinkels  $\varphi$ .

(8 Punkte)

**2.3** Der „Kippvorgang“ kann als Drehung um die x-Achse aufgefasst werden.

Beweisen Sie zunächst, dass die Matrix  $T_\gamma = \begin{pmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma \\ \sin \gamma & \cos \gamma \end{pmatrix}$  eine Drehung um den Ursprung im zweidimensionalen Raum beschreibt und begründen Sie damit, dass die Matrix

$$D_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 59^\circ & \sin 59^\circ \\ 0 & -\sin 59^\circ & \cos 59^\circ \end{pmatrix} \text{ die Abbildungsmatrix für diesen „Kippvorgang“ ist.}$$

**(11 Punkte)**

Der Briefkopf der Firma soll ebenfalls überarbeitet werden. Der Buchstabe  $\Gamma$  wird reduziert durch die Verbindungslinien der Punkte  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  dargestellt. Er erhält zur effektvollen Unterstützung einen Schattenwurf (siehe nebenstehende Abbildung).

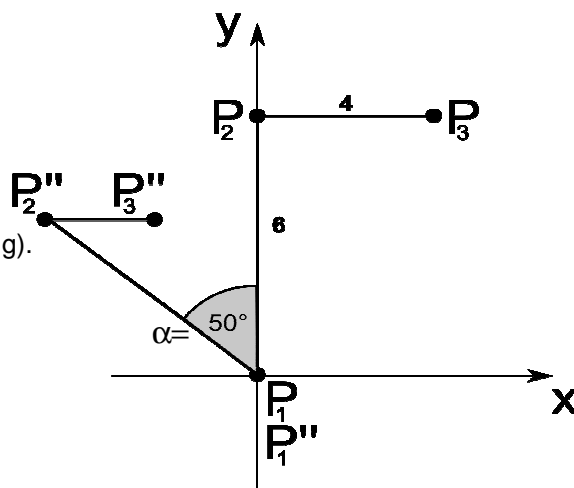


Abbildung nicht maßstabsgerecht

**2.4** Der Schatten wird auf  $\frac{3}{5}$  der ursprünglichen Buchstabenlänge gestaucht.

Zusätzlich findet eine sogenannte Scherung längs der x-Achse um den fixen Punkt  $P_1$  statt. Berechnen Sie die Punkte  $P_2''$  und  $P_3''$ .

Hinweis: Eine Scherung entlang der negativen x-Achse wird durch folgende Matrix beschrieben:

$$T_s = \begin{pmatrix} 1 & -\tan \alpha \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

**(9 Punkte)**

**2.5** Ein alternativer Schattenwurf des Buchstaben Gamma besitzt die Koordinaten  $P_1'(0|0)$ ,  $P_2'(-6|-9)$  und  $P_3'(-2|-9)$ .

Leiten Sie die zugehörige Abbildungsmatrix her, welche die Punkte  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  auf  $P_1'$ ,  $P_2'$  und  $P_3'$  abbildet.

**(11 Punkte)**

**Auswahlaufgabe 3 (Analysis ohne CAS)**

**(Gesamtpunktzahl 45 Punkte)**

**Beschreibung der Ausgangssituation:**

**Photovoltaik-Anlagen**

Eine Möglichkeit zur Energiegewinnung stellen Photovoltaik-Anlagen dar, die das Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandeln.

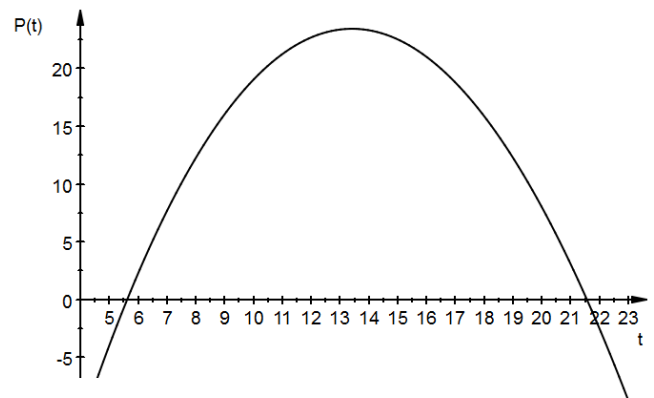
Die maximale Leistung, die bei einer Photovoltaikanlage möglich ist, hängt vom Lichteinfall ab. Dieser wird durch den Einfallswinkel der Sonnenstrahlen, den Standort der Anlage und die Tageszeit beeinflusst. Für den Fall einer ungestörten Sonneneinstrahlung lässt sich die aufgenommene Leistung  $P$  in Abhängigkeit von der Tageszeit an einem bestimmten Sommertag näherungsweise durch die folgende Funktion beschreiben.



$$P(t) = \frac{1}{500} \cdot t^3 - \frac{9}{20} \cdot t^2 + 11 \cdot t - 48$$

( $t$  in Stunden;  $P$  in Kilowatt)

Eine Leistungsaufnahme findet nur für  $P(t) \geq 0$  statt.



- 3.1** Die Beschreibung durch die Funktion  $P$  ist nur innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens sinnvoll.

Begründen Sie, dass sich dieser Zeitrahmen durch die Nullstellen der obigen Funktion  $P$  bestimmen lässt.

Erläutern Sie, dass die verbleibende dritte Nullstelle bei  $t_3 > 24$  liegt.

**(5 Punkte)**

- 3.2** Berechnen Sie die maximale Leistungsaufnahme.

**(5 Punkte)**

- 3.3** Berechnen Sie die Energie, welche insgesamt zwischen 6:00 Uhr und 21:30 Uhr aufgenommen wird.

Hinweis: Die Energie ist durch das Integral über die Leistung gegeben.

**(5 Punkte)**

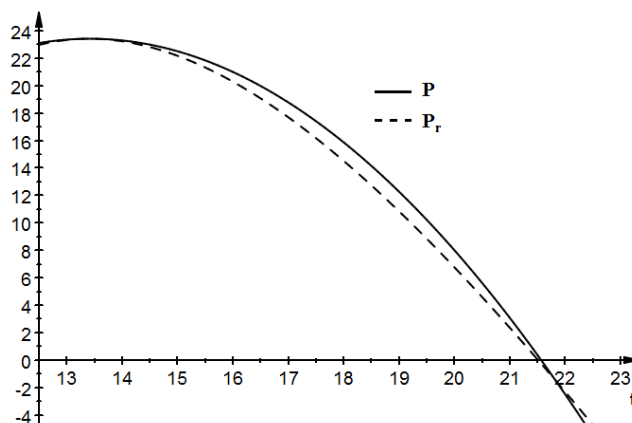




Durch einen geplanten Neubau und dessen Schattenwurf wird die Leistungsaufnahme nach Erreichen der maximalen Einstrahlung etwas reduziert. Die Einstrahlung wird jedoch nicht gänzlich abgeschattet.

Diese reduzierte Leistungsaufnahme wird durch die Funktion  $P_r$  beschrieben:

$$P_r(t) = a \cdot t \cdot e^{-b \cdot t} - c$$



- 3.4 Die Parameter für die Funktion  $P_r$  ergeben sich aus der Lösung der folgenden Gleichungen:

$$P'_r(13,4) = 0 \quad P_r(13,4) = 23,4 \quad P_r(21,5) = 0$$

Begründen Sie diese Gleichungen aus dem Sachverhalt.

Weisen Sie nach, dass die Funktion  $P_r(t) = 38,47 \cdot t \cdot e^{-\frac{1}{13,4} \cdot t} - 166,3$  diese Anforderungen erfüllt. Berücksichtigen Sie hierbei die durch die Parameterwerte vorgegebene Genauigkeit.

(13 Punkte)

Benutzen Sie im Folgenden die Funktionsgleichung  $P_r(t) = 38,47 \cdot t \cdot e^{-\frac{1}{13,4} \cdot t} - 166,3$  für die reduzierte Leistungsaufnahme.

Sollte sich durch den Neubau die Energieausbeute im Zeitraum zwischen 13:30 Uhr und 21:30 Uhr um mehr als 10 % der ohne den Neubau möglichen Energieausbeute reduzieren, sollen die Pläne für den Neubau überarbeitet werden.

- 3.5 Beschreiben Sie, wie sich der Energieverlust in der gegebenen Skizze veranschaulichen lässt.

(4 Punkte)

- 3.6 Zeigen Sie durch eine Rechnung, dass eine Überarbeitung der Pläne nicht notwendig ist. Hinweis: Die Energie ist durch das Integral über die Leistung gegeben.

(13 Punkte)

**Auswahlaufgabe 4 (Analysis mit CAS)**

**(Gesamtpunktzahl 45 Punkte)**

**Beschreibung der Ausgangssituation:**

**Photovoltaik-Anlagen**

Eine Möglichkeit zur Energiegewinnung stellen Photovoltaik-Anlagen dar, die das Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandeln.

Die maximale Leistung, die bei einer Photovoltaikanlage möglich ist, hängt vom Lichteinfall ab. Dieser wird durch den Einfallswinkel der Sonnenstrahlen, den Standort der Anlage und die Tageszeit beeinflusst. Für den Fall einer ungestörten Sonneneinstrahlung lässt sich die aufgenommene Leistung  $P$  in Abhängigkeit von der Tageszeit an einem bestimmten Sommertag näherungsweise durch die folgende Funktion beschreiben.



$$P(t) = 15 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{12} \cdot (t - 13)\right) + 5 \quad (t \text{ in Stunden; } P \text{ in Kilowatt})$$

Eine Leistungsaufnahme findet nur für  $P(t) \geq 0$  statt.

- 4.1** Bestimmen Sie das größte Zeitintervall, in dem die Funktion  $P$  die Leistungsaufnahme in der gegebenen Situation sinnvoll beschreibt.  
Berechnen Sie den Zeitpunkt der maximalen Leistungsaufnahme.

Gerundetes Kontrollergebnis für das Zeitintervall:  $I_P = [5,70 ; 20,30]$

**(8 Punkte)**

Die Photovoltaikanlage kann nicht ideal arbeiten, da Bäume die direkte Sonneneinstrahlung teilweise verhindern. Der größte Schattenwurf findet am späten Vormittag statt.

- 4.2** Eventuell sollen die Bäume gefällt werden. Dies hängt von der durch den Schattenwurf bedingten nicht nutzbaren Energiemenge ab. Um den Verlust abzuschätzen, soll zwischen 10:00 Uhr und 12:00 Uhr die durch den Schatten verminderte Leistung durch eine ganzrationale Funktion  $f$  vierten Grades beschrieben werden. Um 11:00 Uhr werden 50% der einstrahlten Leistung abgeschattet.  
An den Grenzen 10:00 Uhr und 12:00 Uhr müssen die Funktionswerte von  $P$  und  $f$ , sowie die ersten Ableitungen übereinstimmen.

Bestimmen Sie die zur Ermittlung des Funktionsterms verwendeten Gleichungen.

Leiten Sie her, dass die Funktion  $f$  durch

$$f(t) = -8,99 \cdot t^4 + 395,65 \cdot t^3 - 6510,39 \cdot t^2 + 47484,80 \cdot t - 129521,51$$

(Koeffizienten gerundet) gegeben ist.

Berechnen Sie den Zeitpunkt der maximalen Abschattung, der durch den Tiefpunkt der Funktion  $f$  gegeben ist.

**(10 Punkte)**

- 4.3** Die Energie, die in der Zeit von  $t_1$  bis  $t_2$  gewonnen wird, ist durch das Integral über die Leistung bestimmt.

Bestimmen Sie den Energieverlust, der durch die Abschattung der Photovoltaikanlage zwischen 10:00 Uhr und 12:00 Uhr verursacht wird.

Zeigen Sie, dass der prozentuale Energieverlust während eines Tages etwa 5 % beträgt.

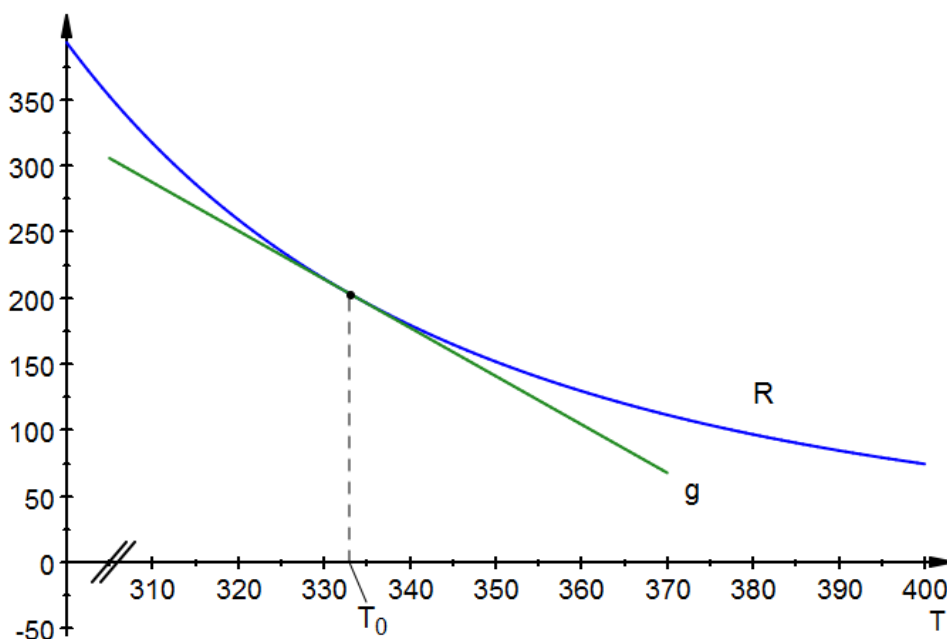
**(11 Punkte)**

Zur Kontrolle der Anlage ist es wichtig, die Temperatur der Solaranlage zu kennen. Daher sind einige Anlagen mit einem so genannten „Thermistor“ ausgestattet. Dies ist ein elektrischer Widerstand, der hier wie folgt von der Temperatur  $T$  abhängt:

$$R(T) = 0,5 \cdot e^{\frac{2000}{T}} \quad (T \text{ in Kelvin, } R \text{ in Ohm})$$

Ein Thermistor zeichnet sich durch eine gute Leitfähigkeit bzw. einen geringen Widerstand im heißen Zustand aus.

Um die Funktion  $R$  besser handhaben zu können, „linearisiert“ man sie. Man nähert den Graph der Funktion  $R$  an einer Stelle  $T=T_0$  durch eine Tangente an.



- 4.4** Bestimmen Sie die Gleichung der Tangente  $g$  an der Stelle der Arbeitstemperatur von  $T_0 = 333$  K.

Gerundetes Kontrollergebnis:  $g(T) = -3,66 \cdot T + 1421,73$

**(6 Punkte)**



- 4.5** Die Tangentengleichung sollte nur in einem Bereich verwendet werden, in dem die Abweichung von der tatsächlichen Funktion  $R$  höchstens 5 % beträgt.  
Leiten Sie den zulässigen Verwendungsbereich auf eine Nachkommastelle genau her.  
Hinweis: Sie können die Lösung auch graphisch bestimmen, indem Sie ihren Lösungsansatz geeignet plotten.

**(10 Punkte)**