

Klausurteil “Operations Management”
Wintersemester 2025-2026

Hinweise:

- **Der Klausurteil besteht aus drei** Aufgaben, die **alle** von Ihnen zu bearbeiten sind. Die erreichbare Punktzahl ist bei jeder Aufgabe angegeben.
- Als Hilfsmittel ist für diesen Klausurteil ein nicht alpha-numerisch programmierbarer Taschenrechner zulässig.
- **Der Lösungsweg muss erkennbar sein!** Wenn Sie zur Beantwortung einer Frage eine Formel verwenden, so geben Sie diese zunächst in allgemeiner Form an!
- Geben Sie bei Ihren Berechnungen **stets die Einheiten** der verwendeten Größen an!
- Zur Beantwortung der Fragen finden Sie genügend Platz in der Klausur. Bitte reißen Sie die Klausur nicht auseinander und verwenden Sie kein eigenes Papier.
- **Tabellenwerke** finden Sie im **Anhang des Klausurteils**.
- Tragen Sie bitte zuerst Ihre persönlichen Daten ein.

Persönliche Daten:

Nachname	Vorname	Matrikelnr.	Studienfach	Semester

Bewertung der Klausur:

Aufg.	1	2	3	Summe
Punkte				

1. Entscheidungsmodelle und Algorithmen

(10 P.)

- a) Erläutern Sie die fünf verschiedenen Komponenten von Entscheidungsmodellen! (5 P.)

- b) Betrachten Sie die folgende Frage, die auf das im Unterricht verwendete Lehrbuch Bezug nimmt:

“Ist die Lösung zum CLSP auf Seite (...) bzw. die GAMS-Implementierung eine Heuristik oder ein Algorithmus?”

Nehmen Sie zu dieser Frage differenziert und fachlich präzise begründend Stellung! (5 P.)

2. Projektplanung im Vorgangsknotennetzplan (10 P.):

Ein gegebenes Projekt kann in sechs einzelne Vorgänge unterteilt werden. Für jeden Vorgang i wurde bereits die geschätzte Dauer d_i ermittelt. Außerdem wurde für jeden Vorgang i die Menge derjenigen Vorgänge V_i bestimmt, die als unmittelbare Vorgänger von Vorgang i abgeschlossen sein müssen, bevor mit Vorgang i begonnen werden kann:

i	d_i	V_i
1	20	-
2	10	{3}
3	50	{1}
4	40	{2}
5	30	{2, 3}
6	10	{4, 5}

Auf der nächsten Seite finden Sie eine Vorlage, in der die einzelnen Knoten des Netzplans schon vorgegeben sind. Übertragen Sie in die Vorlage die Informationen zu den Vorgangsdauern d_i und Vorgängerbeziehungen V_i aus der Tabelle und bestimmen Sie für alle Vorgänge i die frühesten Anfangszeitpunkte FA_i , die frühesten Endzeitpunkte FE_i , die spätesten Anfangszeitpunkte SA_i und die spätesten Endzeitpunkte SE_i . Ermitteln Sie daraus

- die Gesamtpuffer GP_i ,
- die Gesamtdauer des Projektes und
- dessen kritischen Pfad.

Unterstellen Sie dabei, dass das Projekt zum Zeitpunkt Null beginnt.

$i = 1$	$d_j =$
$FA_j =$	$FE_j =$
$SA_j =$	$SE_j =$

$i = 2$	$d_j =$
$FA_j =$	$FE_j =$
$SA_j =$	$SE_j =$

$i = 4$	$d_j =$
$FA_j =$	$FE_j =$
$SA_j =$	$SE_j =$

$i = 6$	$d_j =$
$FA_j =$	$FE_j =$
$SA_j =$	$SE_j =$

$i = 3$	$d_j =$
$FA_j =$	$FE_j =$
$SA_j =$	$SE_j =$

$i = 5$	$d_j =$
$FA_j =$	$FE_j =$
$SA_j =$	$SE_j =$

3. Dynamische Losgrößenplanung, Modellierung (10 P.)

Symbol	Bedeutung
Indizes	
$k = 1, \dots, K$	Produkte
$t = 1, \dots, T$	Perioden
Parameter	
c_t	Kapazität der Ressource in Periode t
d_{kt}	Bedarf von Produkt k in Periode t
hc_k	Kosten der Lagerung einer Einheit von Produkt k pro Periode
sc_k	Kosten eines Rüstvorgangs für Produkt k
tb_k	Stückbearbeitungszeit für Produkt k
ts_k	Rüstzeit für Produkt k
Y_{k0}	Lageranfangsbestand von Produkt k
Entscheidungsvariablen	
$Q_{kt} \geq 0$	Produktionsmenge von Produkt k in Periode t
$Y_{kt} \geq 0$	Lagerbestand von Produkt k am Ende von Periode t
$\gamma_{kt} \in \{0, 1\}$	binäre Rüstvariable, hat den Wert 1, wenn in Periode t das Produkt k aufgelegt wird, ansonsten den Wert 0

Im Kontext der dynamischen Losgrößenplanung ist Ihnen bereits das folgende Modell mit der Notation in der oben gezeigten Tabelle begegnet:

$$\text{Minimiere } \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T (sc_k \cdot \gamma_{kt} + hc_k \cdot Y_{kt}) \quad (1)$$

u.B.d.R.

$$Y_{k,t-1} + Q_{kt} - Y_{kt} = d_{kt}, \quad \forall k, t \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^K (ts_k \cdot \gamma_{kt} + tb_k \cdot Q_{kt}) \leq c_t, \quad \forall t \quad (3)$$

$$Q_{kt} \leq \frac{c_t}{tb_k} \cdot \gamma_{kt}, \quad \forall k, t \quad (4)$$

$$Q_{kt} \geq 0, \gamma_{kt} \in \{0, 1\} \quad \forall k, t \quad (5)$$

a) Erläutern Sie, welcher Trade-off durch das Modell abgebildet wird! (2 P.)

b) Was wird durch die Zielfunktion (1) ausgedrückt?

(1 P.)

c) Erläutern Sie den Definitionsbereich des Restriktionensystems (2)! (1 P.)

d) Was wird in der Restriktion (3) durch den Term $\sum_{k=1}^K (ts_k \cdot \gamma_{kt} + tb_k \cdot Q_{kt})$ ausgedrückt? (1 P.)

e) Stellen Sie sich vor, es sei möglich, je Periode bis zu O^{\max} Einheiten Zusatzkapazität an der Produktionsressource in Anspruch zu nehmen, zu Kosten von oc je Einheit. Mit O_t sei die geplante Zusatzkapazität bezeichnet. Erweitern Sie das Modell um die kostenoptimale Nutzung von Zusatzkapazität! (3 P.)

f) Stellen Sie sich vor, dass aus produktionstechnischen Gründen nur solche Lose aufgelegt werden können, die

- eine Mindestlosgröße q_k^{\min} nicht unterschreiten und zudem
- eine maximale Losgröße q_k^{\max} nicht überschreiten.

Erweitern Sie das Modell um zwei Restriktionen, durch die Sie diese Anforderungen ausdrücken können! (2 P.)

Anhang

1 Tabellenwerte der Standardnormalverteilung

Es sei X eine standardnormalverteilte Zufallsvariable, es sei also ihr Erwartungswert $\mu = 0$ und ihre Standardabweichung $\sigma = 1$. Die folgende Tabelle enthält für $-3 \leq x \leq 3$ die korrespondierenden Werte der Verteilungsfunktion $F_X(x)$.

x	$F_X(x)$								
-3,00	0,001350	-2,23	0,012874	-1,46	0,072145	-0,69	0,245097	0,08	0,531881
-2,99	0,001395	-2,22	0,013209	-1,45	0,073529	-0,68	0,248252	0,09	0,535856
-2,98	0,001441	-2,21	0,013553	-1,44	0,074934	-0,67	0,251429	0,10	0,539828
-2,97	0,001489	-2,20	0,013903	-1,43	0,076359	-0,66	0,254627	0,11	0,543795
-2,96	0,001538	-2,19	0,014262	-1,42	0,077804	-0,65	0,257846	0,12	0,547758
-2,95	0,001589	-2,18	0,014629	-1,41	0,079270	-0,64	0,261086	0,13	0,551717
-2,94	0,001641	-2,17	0,015003	-1,40	0,080757	-0,63	0,264347	0,14	0,555670
-2,93	0,001695	-2,16	0,015386	-1,39	0,082264	-0,62	0,267629	0,15	0,559618
-2,92	0,001750	-2,15	0,015778	-1,38	0,083793	-0,61	0,270931	0,16	0,563559
-2,91	0,001807	-2,14	0,016177	-1,37	0,085343	-0,60	0,274253	0,17	0,567495
-2,90	0,001866	-2,13	0,016586	-1,36	0,086915	-0,59	0,277595	0,18	0,571424
-2,89	0,001926	-2,12	0,017003	-1,35	0,088508	-0,58	0,280957	0,19	0,575345
-2,88	0,001988	-2,11	0,017429	-1,34	0,090123	-0,57	0,284339	0,20	0,579260
-2,87	0,002052	-2,10	0,017864	-1,33	0,091759	-0,56	0,287740	0,21	0,583166
-2,86	0,002118	-2,09	0,018309	-1,32	0,093418	-0,55	0,291160	0,22	0,587064
-2,85	0,002186	-2,08	0,018763	-1,31	0,095098	-0,54	0,294599	0,23	0,590954
-2,84	0,002256	-2,07	0,019226	-1,30	0,096800	-0,53	0,298056	0,24	0,594835
-2,83	0,002327	-2,06	0,019699	-1,29	0,098525	-0,52	0,301532	0,25	0,598706
-2,82	0,002401	-2,05	0,020182	-1,28	0,100273	-0,51	0,305026	0,26	0,602568
-2,81	0,002477	-2,04	0,020675	-1,27	0,102042	-0,50	0,308538	0,27	0,606420
-2,80	0,002555	-2,03	0,021178	-1,26	0,103835	-0,49	0,312067	0,28	0,610261
-2,79	0,002635	-2,02	0,021692	-1,25	0,105650	-0,48	0,315614	0,29	0,614092
-2,78	0,002718	-2,01	0,022216	-1,24	0,107488	-0,47	0,319178	0,30	0,617911
-2,77	0,002803	-2,00	0,022750	-1,23	0,109349	-0,46	0,322758	0,31	0,621720
-2,76	0,002890	-1,99	0,023295	-1,22	0,111232	-0,45	0,326355	0,32	0,625516
-2,75	0,002980	-1,98	0,023852	-1,21	0,113139	-0,44	0,329969	0,33	0,629300
-2,74	0,003072	-1,97	0,024419	-1,20	0,115070	-0,43	0,333598	0,34	0,633072
-2,73	0,003167	-1,96	0,024998	-1,19	0,117023	-0,42	0,337243	0,35	0,636831
-2,72	0,003264	-1,95	0,025588	-1,18	0,119000	-0,41	0,340903	0,36	0,640576
-2,71	0,003364	-1,94	0,026190	-1,17	0,121000	-0,40	0,344578	0,37	0,644309
-2,70	0,003467	-1,93	0,026803	-1,16	0,123024	-0,39	0,348268	0,38	0,648027
-2,69	0,003573	-1,92	0,027429	-1,15	0,125072	-0,38	0,351973	0,39	0,651732
-2,68	0,003681	-1,91	0,028067	-1,14	0,127143	-0,37	0,355691	0,40	0,655422
-2,67	0,003793	-1,90	0,028717	-1,13	0,129238	-0,36	0,359424	0,41	0,659097
-2,66	0,003907	-1,89	0,029379	-1,12	0,131357	-0,35	0,363169	0,42	0,662757
-2,65	0,004025	-1,88	0,030054	-1,11	0,133500	-0,34	0,366928	0,43	0,666402
-2,64	0,004145	-1,87	0,030742	-1,10	0,135666	-0,33	0,370700	0,44	0,670031
-2,63	0,004269	-1,86	0,031443	-1,09	0,137857	-0,32	0,374484	0,45	0,673645
-2,62	0,004396	-1,85	0,032157	-1,08	0,140071	-0,31	0,378280	0,46	0,677242
-2,61	0,004527	-1,84	0,032884	-1,07	0,142310	-0,30	0,382089	0,47	0,680822
-2,60	0,004661	-1,83	0,033625	-1,06	0,144572	-0,29	0,385908	0,48	0,684386
-2,59	0,004799	-1,82	0,034380	-1,05	0,146859	-0,28	0,389739	0,49	0,687933
-2,58	0,004940	-1,81	0,035148	-1,04	0,149170	-0,27	0,393580	0,50	0,691462
-2,57	0,005085	-1,80	0,035930	-1,03	0,151505	-0,26	0,397432	0,51	0,694974
-2,56	0,005234	-1,79	0,036727	-1,02	0,153864	-0,25	0,401294	0,52	0,698468
-2,55	0,005386	-1,78	0,037538	-1,01	0,156248	-0,24	0,405165	0,53	0,701944
-2,54	0,005543	-1,77	0,038364	-1,00	0,158655	-0,23	0,409046	0,54	0,705401
-2,53	0,005703	-1,76	0,039204	-0,99	0,161087	-0,22	0,412936	0,55	0,708840
-2,52	0,005868	-1,75	0,040059	-0,98	0,163543	-0,21	0,416834	0,56	0,712260
-2,51	0,006037	-1,74	0,040930	-0,97	0,166023	-0,20	0,420740	0,57	0,715661
-2,50	0,006210	-1,73	0,041815	-0,96	0,168528	-0,19	0,424655	0,58	0,719043
-2,49	0,006387	-1,72	0,042716	-0,95	0,171056	-0,18	0,428576	0,59	0,722405
-2,48	0,006569	-1,71	0,043633	-0,94	0,173609	-0,17	0,432505	0,60	0,725747
-2,47	0,006756	-1,70	0,044565	-0,93	0,176186	-0,16	0,436441	0,61	0,729069
-2,46	0,006947	-1,69	0,045514	-0,92	0,178786	-0,15	0,440382	0,62	0,732371
-2,45	0,007143	-1,68	0,046479	-0,91	0,181411	-0,14	0,444330	0,63	0,735653
-2,44	0,007344	-1,67	0,047460	-0,90	0,184060	-0,13	0,448283	0,64	0,738914
-2,43	0,007549	-1,66	0,048457	-0,89	0,186733	-0,12	0,452242	0,65	0,742154
-2,42	0,007760	-1,65	0,049471	-0,88	0,189430	-0,11	0,456205	0,66	0,745373
-2,41	0,007976	-1,64	0,050503	-0,87	0,192150	-0,10	0,460172	0,67	0,748571
-2,40	0,008198	-1,63	0,051551	-0,86	0,194895	-0,09	0,464144	0,68	0,751748
-2,39	0,008424	-1,62	0,052616	-0,85	0,197663	-0,08	0,468119	0,69	0,754903
-2,38	0,008656	-1,61	0,053699	-0,84	0,200454	-0,07	0,472097	0,70	0,758036
-2,37	0,008894	-1,60	0,054799	-0,83	0,203269	-0,06	0,476078	0,71	0,761148
-2,36	0,009137	-1,59	0,055917	-0,82	0,206108	-0,05	0,480061	0,72	0,764238
-2,35	0,009387	-1,58	0,057053	-0,81	0,208970	-0,04	0,484047	0,73	0,767305
-2,34	0,009642	-1,57	0,058208	-0,80	0,211855	-0,03	0,488034	0,74	0,770350
-2,33	0,009903	-1,56	0,059380	-0,79	0,214764	-0,02	0,492022	0,75	0,773373
-2,32	0,010170	-1,55	0,060571	-0,78	0,217695	-0,01	0,496011	0,76	0,776373
-2,31	0,010444	-1,54	0,061780	-0,77	0,220650	0,00	0,500000	0,77	0,779350
-2,30	0,010724	-1,53	0,063008	-0,76	0,223627	0,01	0,503989	0,78	0,782305
-2,29	0,011011	-1,52	0,064255	-0,75	0,226627	0,02	0,507978	0,79	0,785236
-2,28	0,011304	-1,51	0,065522	-0,74	0,229650	0,03	0,511965	0,80	0,788145
-2,27	0,011604	-1,50	0,066807	-0,73	0,232695	0,04	0,515953	0,81	0,791030
-2,26	0,011911	-1,49	0,068112	-0,72	0,235762	0,05	0,519939	0,82	0,793892
-2,25	0,012224	-1,48	0,069437	-0,71	0,238852	0,06	0,523922	0,83	0,796731
-2,24	0,012545	-1,47	0,070781	-0,70	0,241964	0,07	0,527903	0,84	0,799546

0,85	0,802337	1,29	0,901475	1,73	0,958185	2,17	0,984997	2,61	0,995473
0,86	0,805105	1,30	0,903200	1,74	0,959070	2,18	0,985371	2,62	0,995604
0,87	0,807850	1,31	0,904902	1,75	0,959941	2,19	0,985738	2,63	0,995731
0,88	0,810570	1,32	0,906582	1,76	0,960796	2,20	0,986097	2,64	0,995855
0,89	0,813267	1,33	0,908241	1,77	0,961636	2,21	0,986447	2,65	0,995975
0,90	0,815940	1,34	0,909877	1,78	0,962462	2,22	0,986791	2,66	0,996093
0,91	0,818589	1,35	0,911492	1,79	0,963273	2,23	0,987126	2,67	0,996207
0,92	0,821214	1,36	0,913085	1,80	0,964070	2,24	0,987455	2,68	0,996319
0,93	0,823814	1,37	0,914657	1,81	0,964852	2,25	0,987776	2,69	0,996427
0,94	0,826391	1,38	0,916207	1,82	0,965620	2,26	0,988089	2,70	0,996533
0,95	0,828944	1,39	0,917736	1,83	0,966375	2,27	0,988396	2,71	0,996636
0,96	0,831472	1,40	0,919243	1,84	0,967116	2,28	0,988696	2,72	0,996736
0,97	0,833977	1,41	0,920730	1,85	0,967843	2,29	0,988989	2,73	0,996833
0,98	0,836457	1,42	0,922196	1,86	0,968557	2,30	0,989276	2,74	0,996928
0,99	0,838913	1,43	0,923641	1,87	0,969258	2,31	0,989556	2,75	0,997020
1,00	0,841345	1,44	0,925066	1,88	0,969946	2,32	0,989830	2,76	0,997110
1,01	0,843752	1,45	0,926471	1,89	0,970621	2,33	0,990097	2,77	0,997197
1,02	0,846136	1,46	0,927855	1,90	0,971283	2,34	0,990358	2,78	0,997282
1,03	0,848495	1,47	0,929219	1,91	0,971933	2,35	0,990613	2,79	0,997365
1,04	0,850830	1,48	0,930563	1,92	0,972571	2,36	0,990863	2,80	0,997445
1,05	0,853141	1,49	0,931888	1,93	0,973197	2,37	0,991106	2,81	0,997523
1,06	0,855428	1,50	0,933193	1,94	0,973810	2,38	0,991344	2,82	0,997599
1,07	0,857690	1,51	0,934478	1,95	0,974412	2,39	0,991576	2,83	0,997673
1,08	0,859929	1,52	0,935745	1,96	0,975002	2,40	0,991802	2,84	0,997744
1,09	0,862143	1,53	0,936992	1,97	0,975581	2,41	0,992024	2,85	0,997814
1,10	0,864334	1,54	0,938220	1,98	0,976148	2,42	0,992240	2,86	0,997882
1,11	0,866500	1,55	0,939429	1,99	0,976705	2,43	0,992451	2,87	0,997948
1,12	0,868643	1,56	0,940620	2,00	0,977250	2,44	0,992656	2,88	0,998012
1,13	0,870762	1,57	0,941792	2,01	0,977784	2,45	0,992857	2,89	0,998074
1,14	0,872857	1,58	0,942947	2,02	0,978308	2,46	0,993053	2,90	0,998134
1,15	0,874928	1,59	0,944083	2,03	0,978822	2,47	0,993244	2,91	0,998193
1,16	0,876976	1,60	0,945201	2,04	0,979325	2,48	0,993431	2,92	0,998250
1,17	0,879000	1,61	0,946301	2,05	0,979818	2,49	0,993613	2,93	0,998305
1,18	0,881000	1,62	0,947384	2,06	0,980301	2,50	0,993790	2,94	0,998359
1,19	0,882977	1,63	0,948449	2,07	0,980774	2,51	0,993963	2,95	0,998411
1,20	0,884930	1,64	0,949497	2,08	0,981237	2,52	0,994132	2,96	0,998462
1,21	0,886861	1,65	0,950529	2,09	0,981691	2,53	0,994297	2,97	0,998511
1,22	0,888768	1,66	0,951543	2,10	0,982136	2,54	0,994457	2,98	0,998559
1,23	0,890651	1,67	0,952540	2,11	0,982571	2,55	0,994614	2,99	0,998605
1,24	0,892512	1,68	0,953521	2,12	0,982997	2,56	0,994766	3,00	0,998650
1,25	0,894350	1,69	0,954486	2,13	0,983414	2,57	0,994915		
1,26	0,896165	1,70	0,955435	2,14	0,983823	2,58	0,995060		
1,27	0,897958	1,71	0,956367	2,15	0,984222	2,59	0,995201		
1,28	0,899727	1,72	0,957284	2,16	0,984614	2,60	0,995339		

2 Standardisierte Fehlmengenerwartungswerte

Es sei X eine standardnormalverteilte Zufallsvariable, folglich gilt für ihre Dichtefunktion

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}. \quad (6)$$

Man kann nun die Frage stellen, wie groß der Erwartungswert jenes Betrages ist, um den die standardnormalverteilte Zufallsvariable X einen vorgegebenen Wert v überschreitet, und dafür das Symbol $\Phi^1(v)$ definieren:

$$\begin{aligned} \Phi^1(v) &= E[\max(0, X - v)] \\ &= \int_{x=-\infty}^{x=\infty} \max(0, x - v) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \\ &= \int_{x=v}^{x=\infty} (x - v) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \end{aligned} \quad (7)$$

Diese Größe wird als *standardisierter Fehlmengenerwartungswert* oder auch als *Verlustfunktion erster Ordnung* bezeichnet, weil man mit ihr abbilden kann, um wie viel eine zufällige standardnormalverteilte Nachfrage X einen vorhandenen Bestand oder eine beschaffte Menge v im Mittel überschreitet.

Die folgende Tabelle enthält für $-3 \leq v \leq 3$ die korrespondierenden standardisierten Fehlmengenerwartungswerte $\Phi^1(v)$.

v	$\Phi^1(v)$								
-3,00	3,000382	-2,50	2,502004	-2,00	2,008491	-1,50	1,529307	-1,00	1,083315
-2,99	2,990396	-2,49	2,492067	-1,99	1,998721	-1,49	1,519981	-0,99	1,074914
-2,98	2,980410	-2,48	2,482132	-1,98	1,988957	-1,48	1,510669	-0,98	1,066537
-2,97	2,970425	-2,47	2,472199	-1,97	1,979198	-1,47	1,501370	-0,97	1,058185
-2,96	2,960440	-2,46	2,462267	-1,96	1,969445	-1,46	1,492085	-0,96	1,049858
-2,95	2,950455	-2,45	2,452337	-1,95	1,959698	-1,45	1,482813	-0,95	1,041556
-2,94	2,940472	-2,44	2,442410	-1,94	1,949957	-1,44	1,473555	-0,94	1,033279
-2,93	2,930488	-2,43	2,432484	-1,93	1,940222	-1,43	1,464312	-0,93	1,025028
-2,92	2,920506	-2,42	2,422561	-1,92	1,930493	-1,42	1,455083	-0,92	1,016803
-2,91	2,910523	-2,41	2,412640	-1,91	1,920770	-1,41	1,445868	-0,91	1,008604
-2,90	2,900542	-2,40	2,402720	-1,90	1,911054	-1,40	1,436668	-0,90	1,000431
-2,89	2,890561	-2,39	2,392804	-1,89	1,901345	-1,39	1,427483	-0,89	0,992285
-2,88	2,880580	-2,38	2,382889	-1,88	1,891642	-1,38	1,418314	-0,88	0,984166
-2,87	2,870600	-2,37	2,372977	-1,87	1,881946	-1,37	1,409159	-0,87	0,976074
-2,86	2,860621	-2,36	2,363067	-1,86	1,872257	-1,36	1,400020	-0,86	0,968009
-2,85	2,850643	-2,35	2,353159	-1,85	1,862575	-1,35	1,390898	-0,85	0,959972
-2,84	2,840665	-2,34	2,343255	-1,84	1,852900	-1,34	1,381791	-0,84	0,951962
-2,83	2,830688	-2,33	2,333352	-1,83	1,843233	-1,33	1,372700	-0,83	0,943981
-2,82	2,820712	-2,32	2,323453	-1,82	1,833573	-1,32	1,363626	-0,82	0,936028
-2,81	2,810736	-2,31	2,313556	-1,81	1,823920	-1,31	1,354568	-0,81	0,928103
-2,80	2,800761	-2,30	2,303662	-1,80	1,814276	-1,30	1,345528	-0,80	0,920207
-2,79	2,790787	-2,29	2,293770	-1,79	1,804639	-1,29	1,336505	-0,79	0,912340
-2,78	2,780814	-2,28	2,283882	-1,78	1,795010	-1,28	1,327499	-0,78	0,904503
-2,77	2,770841	-2,27	2,273996	-1,77	1,785390	-1,27	1,318510	-0,77	0,896694
-2,76	2,760870	-2,26	2,264114	-1,76	1,775777	-1,26	1,309539	-0,76	0,888916
-2,75	2,750899	-2,25	2,254235	-1,75	1,766174	-1,25	1,300587	-0,75	0,881167
-2,74	2,740929	-2,24	2,244358	-1,74	1,756579	-1,24	1,291653	-0,74	0,873448
-2,73	2,730961	-2,23	2,234486	-1,73	1,746992	-1,23	1,282737	-0,73	0,865760
-2,72	2,720993	-2,22	2,224616	-1,72	1,737415	-1,22	1,273840	-0,72	0,858102
-2,71	2,711026	-2,21	2,214750	-1,71	1,727847	-1,21	1,264961	-0,71	0,850475
-2,70	2,701060	-2,20	2,204887	-1,70	1,718288	-1,20	1,256102	-0,70	0,842879
-2,69	2,691095	-2,19	2,195028	-1,69	1,708738	-1,19	1,247263	-0,69	0,835315
-2,68	2,681132	-2,18	2,185172	-1,68	1,699198	-1,18	1,238443	-0,68	0,827781
-2,67	2,671169	-2,17	2,175320	-1,67	1,689668	-1,17	1,229643	-0,67	0,820280
-2,66	2,661207	-2,16	2,165472	-1,66	1,680147	-1,16	1,220863	-0,66	0,812810
-2,65	2,651247	-2,15	2,155628	-1,65	1,670637	-1,15	1,212104	-0,65	0,805372
-2,64	2,641288	-2,14	2,145788	-1,64	1,661137	-1,14	1,203365	-0,64	0,797967
-2,63	2,631330	-2,13	2,135952	-1,63	1,651647	-1,13	1,194646	-0,63	0,790594
-2,62	2,621373	-2,12	2,126120	-1,62	1,642168	-1,12	1,185949	-0,62	0,783254
-2,61	2,611418	-2,11	2,116292	-1,61	1,632699	-1,11	1,177274	-0,61	0,775947
-2,60	2,601464	-2,10	2,106468	-1,60	1,623242	-1,10	1,168620	-0,60	0,768673
-2,59	2,591511	-2,09	2,096649	-1,59	1,613796	-1,09	1,159987	-0,59	0,761432
-2,58	2,581560	-2,08	2,086835	-1,58	1,604360	-1,08	1,151377	-0,58	0,754225
-2,57	2,571610	-2,07	2,077024	-1,57	1,594937	-1,07	1,142789	-0,57	0,747051
-2,56	2,561662	-2,06	2,067219	-1,56	1,585525	-1,06	1,134223	-0,56	0,739912
-2,55	2,551715	-2,05	2,057418	-1,55	1,576124	-1,05	1,125680	-0,55	0,732806
-2,54	2,541769	-2,04	2,047623	-1,54	1,566736	-1,04	1,117160	-0,54	0,725735
-2,53	2,531826	-2,03	2,037832	-1,53	1,557360	-1,03	1,108664	-0,53	0,718698
-2,52	2,521883	-2,02	2,028046	-1,52	1,547996	-1,02	1,100190	-0,52	0,711696
-2,51	2,511943	-2,01	2,018266	-1,51	1,538645	-1,01	1,091741	-0,51	0,704729

-0,50	0,697797	0,21	0,302707	0,92	0,096803	1,63	0,021647	2,34	0,003255
-0,49	0,690900	0,22	0,298558	0,93	0,095028	1,64	0,021137	2,35	0,003159
-0,48	0,684038	0,23	0,294448	0,94	0,093279	1,65	0,020637	2,36	0,003067
-0,47	0,677212	0,24	0,290377	0,95	0,091556	1,66	0,020147	2,37	0,002977
-0,46	0,670422	0,25	0,286345	0,96	0,089858	1,67	0,019668	2,38	0,002889
-0,45	0,663667	0,26	0,282351	0,97	0,088185	1,68	0,019198	2,39	0,002804
-0,44	0,656949	0,27	0,278396	0,98	0,086537	1,69	0,018738	2,40	0,002720
-0,43	0,650267	0,28	0,274479	0,99	0,084914	1,70	0,018288	2,41	0,002640
-0,42	0,643621	0,29	0,270601	1,00	0,083315	1,71	0,017847	2,42	0,002561
-0,41	0,637011	0,30	0,266761	1,01	0,081741	1,72	0,017415	2,43	0,002484
-0,40	0,630439	0,31	0,262959	1,02	0,080190	1,73	0,016992	2,44	0,002410
-0,39	0,623903	0,32	0,259196	1,03	0,078664	1,74	0,016579	2,45	0,002337
-0,38	0,617404	0,33	0,255470	1,04	0,077160	1,75	0,016174	2,46	0,002267
-0,37	0,610943	0,34	0,251782	1,05	0,075680	1,76	0,015777	2,47	0,002199
-0,36	0,604518	0,35	0,248131	1,06	0,074223	1,77	0,015390	2,48	0,002132
-0,35	0,598131	0,36	0,244518	1,07	0,072789	1,78	0,015010	2,49	0,002067
-0,34	0,591782	0,37	0,240943	1,08	0,071377	1,79	0,014639	2,50	0,002004
-0,33	0,585470	0,38	0,237404	1,09	0,069987	1,80	0,014276	2,51	0,001943
-0,32	0,579196	0,39	0,233903	1,10	0,068620	1,81	0,013920	2,52	0,001883
-0,31	0,572959	0,40	0,230439	1,11	0,067274	1,82	0,013573	2,53	0,001826
-0,30	0,566761	0,41	0,227011	1,12	0,065949	1,83	0,013233	2,54	0,001769
-0,29	0,560601	0,42	0,223621	1,13	0,064646	1,84	0,012900	2,55	0,001715
-0,28	0,554479	0,43	0,220267	1,14	0,063365	1,85	0,012575	2,56	0,001662
-0,27	0,548396	0,44	0,216949	1,15	0,062104	1,86	0,012257	2,57	0,001610
-0,26	0,542351	0,45	0,213667	1,16	0,060863	1,87	0,011946	2,58	0,001560
-0,25	0,536345	0,46	0,210422	1,17	0,059643	1,88	0,011642	2,59	0,001511
-0,24	0,530377	0,47	0,207212	1,18	0,058443	1,89	0,011345	2,60	0,001464
-0,23	0,524448	0,48	0,204038	1,19	0,057263	1,90	0,011054	2,61	0,001418
-0,22	0,518558	0,49	0,200900	1,20	0,056102	1,91	0,010770	2,62	0,001373
-0,21	0,512707	0,50	0,197797	1,21	0,054961	1,92	0,010493	2,63	0,001330
-0,20	0,506895	0,51	0,194729	1,22	0,053840	1,93	0,010222	2,64	0,001288
-0,19	0,501122	0,52	0,191696	1,23	0,052737	1,94	0,009957	2,65	0,001247
-0,18	0,495388	0,53	0,188698	1,24	0,051653	1,95	0,009698	2,66	0,001207
-0,17	0,489693	0,54	0,185735	1,25	0,050587	1,96	0,009445	2,67	0,001169
-0,16	0,484038	0,55	0,182806	1,26	0,049539	1,97	0,009198	2,68	0,001132
-0,15	0,478422	0,56	0,179912	1,27	0,048510	1,98	0,008957	2,69	0,001095
-0,14	0,472846	0,57	0,177051	1,28	0,047499	1,99	0,008721	2,70	0,001060
-0,13	0,467309	0,58	0,174225	1,29	0,046505	2,00	0,008491	2,71	0,001026
-0,12	0,461811	0,59	0,171432	1,30	0,045528	2,01	0,008266	2,72	0,000993
-0,11	0,456353	0,60	0,168673	1,31	0,044568	2,02	0,008046	2,73	0,000961
-0,10	0,450935	0,61	0,165947	1,32	0,043626	2,03	0,007832	2,74	0,000929
-0,09	0,445557	0,62	0,163254	1,33	0,042700	2,04	0,007623	2,75	0,000899
-0,08	0,440218	0,63	0,160594	1,34	0,041791	2,05	0,007418	2,76	0,000870
-0,07	0,434919	0,64	0,157967	1,35	0,040898	2,06	0,007219	2,77	0,000841
-0,06	0,429660	0,65	0,155372	1,36	0,040020	2,07	0,007024	2,78	0,000814
-0,05	0,424441	0,66	0,152810	1,37	0,039159	2,08	0,006835	2,79	0,000787
-0,04	0,419261	0,67	0,150280	1,38	0,038314	2,09	0,006649	2,80	0,000761
-0,03	0,414122	0,68	0,147781	1,39	0,037483	2,10	0,006468	2,81	0,000736
-0,02	0,409022	0,69	0,145315	1,40	0,036668	2,11	0,006292	2,82	0,000712
-0,01	0,403962	0,70	0,142879	1,41	0,035868	2,12	0,006120	2,83	0,000688
0,00	0,398942	0,71	0,140475	1,42	0,035083	2,13	0,005952	2,84	0,000665
0,01	0,393962	0,72	0,138102	1,43	0,034312	2,14	0,005788	2,85	0,000643
0,02	0,389022	0,73	0,135760	1,44	0,033555	2,15	0,005628	2,86	0,000621
0,03	0,384122	0,74	0,133448	1,45	0,032813	2,16	0,005472	2,87	0,000600
0,04	0,379261	0,75	0,131167	1,46	0,032085	2,17	0,005320	2,88	0,000580
0,05	0,374441	0,76	0,128916	1,47	0,031370	2,18	0,005172	2,89	0,000561
0,06	0,369660	0,77	0,126694	1,48	0,030669	2,19	0,005028	2,90	0,000542
0,07	0,364919	0,78	0,124503	1,49	0,029981	2,20	0,004887	2,91	0,000523
0,08	0,360218	0,79	0,122340	1,50	0,029307	2,21	0,004750	2,92	0,000506
0,09	0,355557	0,80	0,120207	1,51	0,028645	2,22	0,004616	2,93	0,000488
0,10	0,350935	0,81	0,118103	1,52	0,027996	2,23	0,004486	2,94	0,000472
0,11	0,346353	0,82	0,116028	1,53	0,027360	2,24	0,004358	2,95	0,000455
0,12	0,341811	0,83	0,113981	1,54	0,026736	2,25	0,004235	2,96	0,000440
0,13	0,337309	0,84	0,111962	1,55	0,026124	2,26	0,004114	2,97	0,000425
0,14	0,332846	0,85	0,109972	1,56	0,025525	2,27	0,003996	2,98	0,000410
0,15	0,328422	0,86	0,108009	1,57	0,024937	2,28	0,003882	2,99	0,000396
0,16	0,324038	0,87	0,106074	1,58	0,024360	2,29	0,003770	3,00	0,000382
0,17	0,319693	0,88	0,104166	1,59	0,023796	2,30	0,003662		
0,18	0,315388	0,89	0,102285	1,60	0,023242	2,31	0,003556		
0,19	0,311122	0,90	0,100431	1,61	0,022699	2,32	0,003453		
0,20	0,306895	0,91	0,098604	1,62	0,022168	2,33	0,003352		