

Klausurteil “Operations Management”
Wintersemester 2020/2021

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) Wodurch unterscheiden sich in einem Entscheidungsmodell die Parameter von den Entscheidungsvariablen? (1 P.)

b) Wozu dienen in einem Entscheidungsmodell die Restriktionen? (1 P.)

c) Durch welche Elemente eines Entscheidungsmodells werden dessen Parameter mit seinen Entscheidungsvariablen verknüpft? (1 P.)

d) Wodurch wird in einem Entscheidungsmodell die abstrakte Güte der Lösung formal abgebildet? (1 P.)

e) Wozu formuliert man mathematische Entscheidungsmodelle? (1 P.)

f) Worin besteht der Unterschied zwischen einem abstrakten Modell und einer konkreten Modellinstanz? (2 P.)

g) In welchem Zusammenhang stehen Entscheidungsmodell und Algorithmus zueinander? (1 P.)

h) Kennzeichnen Sie die Beziehungen und Unterschiede zwischen den drei folgenden Begriffen:

- heuristisches Optimierungsverfahren
- Algorithmus
- exaktes Optimierungsverfahren

(2 P.)

2. Prozessanalyse

(10 P.)

Zur Analyse eines Bediensystems mit einem Server liegen Ihnen die folgenden Informationen vor:

- Für den Erwartungswert der Zwischenankunftszeit gilt $E[T_a] = 12$ ZE.
- Für den Erwartungswert der Servicezeit gilt $E[T_s] = 11$ ZE.
- Der quadrierte Variationskoeffizient der Zwischenankunftszeiten ist $c_a^2 = 0,2$, jener der Servicezeiten beträgt $c_s^2 = 0,8$.

Führen Sie die Analyse entlang der folgenden Fragen durch und **geben Sie in jeder Rechnung zunächst die generelle Berechnungsformel an!**

a) Wie groß ist die Ankunftsrate λ ? (1 P.)

b) Wie groß ist die Bedien- oder Servicerate μ ? (1 P.)

c) Wie groß ist die Auslastung ρ ? (1 P.)

d) Wie groß ist der Erwartungswert der Durchlaufzeit $E[W]$ durch das System?
(2 P.)

e) Wie groß ist der Erwartungswert des Bestandes im System $E[L]$? (2 P.)

- f) Was sagt das *Gesetz von Little* aus und welche Bedeutung hat es im Rahmen der Prozessanalyse? (3 P.)

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

Gegeben sei das folgende Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP) mit der Notation in der oben angegebenen Tabelle:

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

u.B.d.R.

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

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

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

- a) Welcher betriebswirtschaftliche Zielkonflikt der Planung von Produktionslosgrößen wird durch dieses Modell abgebildet? (2 P.)

b) Wie funktioniert die Restriktion (3) welchen Problemaspekt bildet sie ab?
(2 P.)

c) Stellen Sie sich vor, dass aus lagertechnischen Gründen für jedes Produkt k am Ende jeder Periode t ein maximaler Lagerbestand l_k^{\max} nicht überschritten werden darf. Erweitern Sie das Ausgangsmodell um das entsprechende System von Restriktionen!
(2 P.)

- d) Stellen Sie sich vor, dass in jeder Periode t maximal o^{\max} Einheiten Zusatzkapazität genutzt werden können.

Dabei möge die Nutzung von Zusatzkapazität zu zusätzlichen Kosten oc je genutzter Einheit von Zusatzkapazität führen und mit O_t die tatsächlich in Periode t genutzte Zusatzkapazität bezeichnet werden.

Weiterhin möge das Ziel verfolgt werden, die entscheidungsrelevanten Kosten zu minimieren.

Geben Sie die neuen oder veränderten Komponenten des Modells an, mit denen Sie diese Aspekte des Problems formal zum Ausdruck bringen können!

(4 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
-2,99	0,001395	-2,22	0,013209	-1,45	0,073529	-0,68	0,248252
-2,98	0,001441	-2,21	0,013553	-1,44	0,074934	-0,67	0,251429
-2,97	0,001489	-2,20	0,013903	-1,43	0,076359	-0,66	0,254627
-2,96	0,001538	-2,19	0,014262	-1,42	0,077804	-0,65	0,257846
-2,95	0,001589	-2,18	0,014629	-1,41	0,079270	-0,64	0,261086
-2,94	0,001641	-2,17	0,015003	-1,40	0,080757	-0,63	0,264347
-2,93	0,001695	-2,16	0,015386	-1,39	0,082264	-0,62	0,267629
-2,92	0,001750	-2,15	0,015778	-1,38	0,083793	-0,61	0,270931
-2,91	0,001807	-2,14	0,016177	-1,37	0,085343	-0,60	0,274253
-2,90	0,001866	-2,13	0,016586	-1,36	0,086915	-0,59	0,277595
-2,89	0,001926	-2,12	0,017003	-1,35	0,088508	-0,58	0,280957
-2,88	0,001988	-2,11	0,017429	-1,34	0,090123	-0,57	0,284339
-2,87	0,002052	-2,10	0,017864	-1,33	0,091759	-0,56	0,287740
-2,86	0,002118	-2,09	0,018309	-1,32	0,093418	-0,55	0,291160
-2,85	0,002186	-2,08	0,018763	-1,31	0,095098	-0,54	0,294599
-2,84	0,002256	-2,07	0,019226	-1,30	0,096800	-0,53	0,298056
-2,83	0,002327	-2,06	0,019699	-1,29	0,098525	-0,52	0,301532
-2,82	0,002401	-2,05	0,020182	-1,28	0,100273	-0,51	0,305026
-2,81	0,002477	-2,04	0,020675	-1,27	0,102042	-0,50	0,308538
-2,80	0,002555	-2,03	0,021178	-1,26	0,103835	-0,49	0,312067
-2,79	0,002635	-2,02	0,021692	-1,25	0,105650	-0,48	0,315614
-2,78	0,002718	-2,01	0,022216	-1,24	0,107488	-0,47	0,319178
-2,77	0,002803	-2,00	0,022750	-1,23	0,109349	-0,46	0,322758
-2,76	0,002890	-1,99	0,023295	-1,22	0,111232	-0,45	0,326355
-2,75	0,002980	-1,98	0,023852	-1,21	0,113139	-0,44	0,329969
-2,74	0,003072	-1,97	0,024419	-1,20	0,115070	-0,43	0,333598
-2,73	0,003167	-1,96	0,024998	-1,19	0,117023	-0,42	0,337243
-2,72	0,003264	-1,95	0,025588	-1,18	0,119000	-0,41	0,340903
-2,71	0,003364	-1,94	0,026190	-1,17	0,121000	-0,40	0,344578
-2,70	0,003467	-1,93	0,026803	-1,16	0,123024	-0,39	0,348268
-2,69	0,003573	-1,92	0,027429	-1,15	0,125072	-0,38	0,351973
-2,68	0,003681	-1,91	0,028067	-1,14	0,127143	-0,37	0,355691
-2,67	0,003793	-1,90	0,028717	-1,13	0,129238	-0,36	0,359424
-2,66	0,003907	-1,89	0,029379	-1,12	0,131357	-0,35	0,363169
-2,65	0,004025	-1,88	0,030054	-1,11	0,133500	-0,34	0,366928
-2,64	0,004145	-1,87	0,030742	-1,10	0,135666	-0,33	0,370700
-2,63	0,004269	-1,86	0,031443	-1,09	0,137857	-0,32	0,374484
-2,62	0,004396	-1,85	0,032157	-1,08	0,140071	-0,31	0,378280
-2,61	0,004527	-1,84	0,032884	-1,07	0,142310	-0,30	0,382089
-2,60	0,004661	-1,83	0,033625	-1,06	0,144572	-0,29	0,385908
-2,59	0,004799	-1,82	0,034380	-1,05	0,146859	-0,28	0,389739
-2,58	0,004940	-1,81	0,035148	-1,04	0,149170	-0,27	0,393580
-2,57	0,005085	-1,80	0,035930	-1,03	0,151505	-0,26	0,397432
-2,56	0,005234	-1,79	0,036727	-1,02	0,153864	-0,25	0,401294
-2,55	0,005386	-1,78	0,037538	-1,01	0,156248	-0,24	0,405165
-2,54	0,005543	-1,77	0,038364	-1,00	0,158655	-0,23	0,409046
-2,53	0,005703	-1,76	0,039204	-0,99	0,161087	-0,22	0,412936
-2,52	0,005868	-1,75	0,040059	-0,98	0,163543	-0,21	0,416834
-2,51	0,006037	-1,74	0,040930	-0,97	0,166023	-0,20	0,420740
-2,50	0,006210	-1,73	0,041815	-0,96	0,168528	-0,19	0,424655
-2,49	0,006387	-1,72	0,042716	-0,95	0,171056	-0,18	0,428576
-2,48	0,006569	-1,71	0,043633	-0,94	0,173609	-0,17	0,432505
-2,47	0,006756	-1,70	0,044565	-0,93	0,176186	-0,16	0,436441
-2,46	0,006947	-1,69	0,045514	-0,92	0,178786	-0,15	0,440382
-2,45	0,007143	-1,68	0,046479	-0,91	0,181411	-0,14	0,444330
-2,44	0,007344	-1,67	0,047460	-0,90	0,184060	-0,13	0,448283
-2,43	0,007549	-1,66	0,048457	-0,89	0,186733	-0,12	0,452242
-2,42	0,007760	-1,65	0,049471	-0,88	0,189430	-0,11	0,456205
-2,41	0,007976	-1,64	0,050503	-0,87	0,192150	-0,10	0,460172
-2,40	0,008198	-1,63	0,051551	-0,86	0,194895	-0,09	0,464144
-2,39	0,008424	-1,62	0,052616	-0,85	0,197663	-0,08	0,468119
-2,38	0,008656	-1,61	0,053699	-0,84	0,200454	-0,07	0,472097
-2,37	0,008894	-1,60	0,054799	-0,83	0,203269	-0,06	0,476078
-2,36	0,009137	-1,59	0,055917	-0,82	0,206108	-0,05	0,480061
-2,35	0,009387	-1,58	0,057053	-0,81	0,208970	-0,04	0,484047
-2,34	0,009642	-1,57	0,058208	-0,80	0,211855	-0,03	0,488034
-2,33	0,009903	-1,56	0,059380	-0,79	0,214764	-0,02	0,492022
-2,32	0,010170	-1,55	0,060571	-0,78	0,217695	-0,01	0,496011
-2,31	0,010444	-1,54	0,061780	-0,77	0,220650	0,00	0,500000
-2,30	0,010724	-1,53	0,063008	-0,76	0,223627	0,01	0,503989
-2,29	0,011011	-1,52	0,064255	-0,75	0,226627	0,02	0,507978
-2,28	0,011304	-1,51	0,065522	-0,74	0,229650	0,03	0,511965
-2,27	0,011604	-1,50	0,066807	-0,73	0,232695	0,04	0,515953
-2,26	0,011911	-1,49	0,068112	-0,72	0,235762	0,05	0,519939
-2,25	0,012224	-1,48	0,069437	-0,71	0,238852	0,06	0,523922
-2,24	0,012545	-1,47	0,070781	-0,70	0,241964	0,07	0,527903
						0,08	0,531881
						0,09	0,535856
						0,10	0,539828
						0,11	0,543795
						0,12	0,547758
						0,13	0,551717
						0,14	0,555670
						0,15	0,559618
						0,16	0,563559
						0,17	0,567495
						0,18	0,571424
						0,19	0,575345
						0,20	0,579260
						0,21	0,583166
						0,22	0,587064
						0,23	0,590954
						0,24	0,594835
						0,25	0,598706
						0,26	0,602568
						0,27	0,606420
						0,28	0,610261
						0,29	0,614092
						0,30	0,617911
						0,31	0,621720
						0,32	0,625516
						0,33	0,629300
						0,34	0,633072
						0,35	0,636831
						0,36	0,640576
						0,37	0,644309
						0,38	0,648027
						0,39	0,651732
						0,40	0,655422
						0,41	0,659097
						0,42	0,662757
						0,43	0,666402
						0,44	0,670031
						0,45	0,673645
						0,46	0,677242
						0,47	0,680822
						0,48	0,684386
						0,49	0,687933
						0,50	0,691462
						0,51	0,694974
						0,52	0,698468
						0,53	0,701944
						0,54	0,705401
						0,55	0,708840
						0,56	0,712260
						0,57	0,715661
						0,58	0,719043
						0,59	0,722405
						0,60	0,725747
						0,61	0,729069
						0,62	0,732371
						0,63	0,735653
						0,64	0,738914
						0,65	0,742154
						0,66	0,745373
						0,67	0,748571
						0,68	0,751748
						0,69	0,754903
						0,70	0,758036
						0,71	0,761148
						0,72	0,764238
						0,73	0,767305
						0,74	0,770350
						0,75	0,773373
						0,76	0,776373
						0,77	0,779350
						0,78	0,782305
						0,79	0,785236
						0,80	0,788145
						0,81	0,791030
						0,82	0,793892
						0,83	0,796731
						0,84	0,799546

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

2 Standardisierte Fehlmengenerwartungswerte

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

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}. \quad (5)$$

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:

$$\begin{aligned} \Phi^1(v) &= E[\max(0, X - v)] \\ &= \int_{x=-\infty}^{x=\infty} \max(0, x - v) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \\ &= \int_{x=v}^{x=\infty} (x - v) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \end{aligned} \quad (6)$$

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

		0,19	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
-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		