

**Klausurteil “Operations Management”**  
Wintersemester 2024-2025

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

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

- d) In welchem Zusammenhang stehen Entscheidungsmodelle und Optimierungsverfahren zueinander? (2 P.)

2. **Losgrößenplanung bei gleichbleibendem Bedarf und endlicher Produktionsgeschwindigkeit** (10 P.)

Betrachten Sie das Modell der Losgrößenplanung in stetiger Zeit für ein einzelnes Produkt mit gleichbleibendem Bedarf unter Verwendung der Abkürzungen GE für Geldeinheiten, ZE für Zeiteinheiten und ME für Mengeneinheiten. Gegeben sei Ihnen die folgende Notation:

Symbol	Bedeutung
<b>Parameter</b>	
$d$	Bedarfsrate [ME/ZE]
$h$	Lagerkostensatz [GE/(ME·ZE)]
$K(q)$	(Gesamt-)Kosten je Zeiteinheit [GE/ZE]
$K^L(q)$	Lagerkosten je Zeiteinheit [GE/ZE]
$K^R(q)$	Rüstkosten je Zeiteinheit [GE/ZE]
$p$	Produktionsgeschwindigkeit [ME/ZE]
$s$	Rüstkostensatz [GE]
$T$	Länge des Produktionszyklus [ZE]
$t_p$	Länge der Produktionsphase [ZE]
<b>Entscheidungsvariable(n)</b>	
$q$	Losgröße [ME]

a) Geben Sie unter Verwendung der Notation eine im Modellkontext gültige Gleichung an, welche die Losgröße mit der Bedarfsrate verknüpft! (1 P.)

b) Geben Sie unter Verwendung der Notation eine im Modellkontext gültige Gleichung an, welche die Losgröße mit der Produktionsgeschwindigkeit verknüpft! (1 P.)

c) Geben Sie unter Verwendung der Notation eine im Modellkontext gültige Gleichung an für die Rüstkosten je Zeiteinheit und begründen Sie diese kurz! (2 P.)

d) Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf des Lagerbestandes im Zeitablauf. Beschriften Sie dabei die Achsen und geben Sie eine Formel für den maximalen Bestand des Lagers an. (3 P.)

- e) Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf der Lager-, Rüst- und Gesamtkosten in Abhängigkeit der Losgröße. Beschriften Sie die Achsen und die dargestellten Kostenfunktionen. (3 P.)

### 3. Tourenplanung

(10 P.)

Für das aus der Vorlesung bekannte Grundmodell der Tourenplanung ist Ihnen die folgende Notation gegeben:

Symbol	Bedeutung
<b>Indizes:</b>	
$i, j = 1, \dots, I$	Orte, mit Ort 1 als Depot
$m = 1, \dots, M$	Touren
<b>Parameter:</b>	
$c_{ij}$	Distanz zwischen den Orten $i$ und $j$
$w_i$	Transporteinheiten am/für Ort $i$
$b$	Fahrzeugkapazität in Transporteinheiten
<b>Entscheidungsvariablen:</b>	
$X_{ijm} \in \{0, 1\}$	gleich 1, falls in Tour $m$ vom Ort $i$ zum Ort $j$ gefahren wird, sonst 0
$Y_{im} \in \{0, 1\}$	gleich 1, falls Ort $i$ in Tour $m$ enthalten ist, sonst 0
$Z_i$	reellwertige Hilfsvariable zur Vermeidung von Kurzzyklen

Die Zielfunktion und die Nebenbedingungen des Modells lauten folgendermaßen:

$$\text{Minimiere } ZFW = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I \sum_{m=1}^M c_{ij} \cdot X_{ijm} \quad (1)$$

u. B. d. R.

$$\sum_{i=1}^I w_i \cdot Y_{im} \leq b, \quad m = 1, \dots, M \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^I X_{ijm} = Y_{im}, \quad i = 1, \dots, I; m = 1, \dots, M \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ijm} = Y_{jm}, \quad j = 1, \dots, I; m = 1, \dots, M \quad (4)$$

$$\sum_{m=1}^M Y_{im} = 1, \quad i = 2, \dots, I \quad (5)$$

$$Z_i - Z_j + I \cdot \sum_{m=1}^M X_{ijm} \leq I - 1, \quad i, j = 2, \dots, I; i \neq j \quad (6)$$

$$X_{iim} = 0, \quad i = 1, \dots, I; m = 1, \dots, M \quad (7)$$



a) Worin besteht die Zielsetzung des Modells? (1 P.)

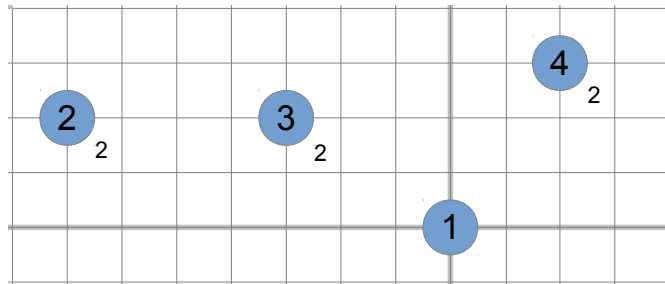
b) Welche Anforderung wird durch das Restriktionensystem (2) zum Ausdruck gebracht? (1 P.)

c) Welche Anforderung wird durch das Restriktionensystem (6) zum Ausdruck gebracht? (1 P.)

d) Geben Sie ein Restriktionensystem an, durch welches Sie erreichen, dass die beiden Orte 5 und 7 gemeinsam in einer Tour  $m = 1, \dots, M$  enthalten sind!  
(1 P.)

e) Geben Sie ein Restriktionensystem an, durch welches Sie verhindern, dass die beiden Orte 6 und 8 gemeinsam in einer Tour  $m = 1, \dots, M$  enthalten sind!  
(1 P.)

- f) Betrachten Sie eine Distanz mit Ort 1 als Depot und den Kundenorten 2, 3 und 4 gemäß folgender Graphik.



Die Distanzen für eine rechtwinklige Entfernungsmessung entnehmen Sie der folgenden Tabelle:

$i \setminus j$	1	2	3	4
1		9	5	5
2	9		4	10
3	5	4		6
4	5	10	6	

Die Fahrzeugkapazität beträgt  $b = 5$  Transporteinheiten, an jedem der Kundenorte  $i \in \{2, 3, 4\}$  werden  $w_i = 2$  Transporteinheiten der Fahrzeugkapazität benötigt. Es werden maximal  $M = 3$  Touren betrachtet.

Prüfen Sie nun, ob die folgende Belegung der Entscheidungsvariablen

$$Y_{1,1} = 1$$

$$Y_{2,1} = 1$$

$$Y_{1,2} = 1$$

$$Y_{3,2} = 1$$

$$Y_{1,3} = 1$$

$$Y_{4,3} = 1$$

$$X_{1,2,1} = 1$$

$$X_{2,1,1} = 1$$

$$X_{1,3,2} = 1$$

$$X_{3,1,2} = 1$$

$$X_{1,4,3} = 1$$

$$X_{4,1,3} = 1$$

(alle anderen  $Y_{im}$  und  $X_{ijm}$  jeweils gleich 0) eine zulässige und ggf. eine optimale Lösung darstellt und geben Sie den Zielfunktionswert an! (5 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	1,29	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

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}. \quad (8)$$

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:

$$\begin{aligned} \Phi^1(v) &= E[\max(0, X - v)] \\ &= \int_{x=-\infty}^{x=\infty} \max(0, x - v) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \\ &= \int_{x=v}^{x=\infty} (x - v) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \end{aligned} \quad (9)$$

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		