

Zeitschrift:	Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift
Herausgeber:	Bauen + Wohnen
Band:	26 (1972)
Heft:	3: Schulbau - Gesamtschulen = Construction et ensembles scolaire = School construction - combined schools
Artikel:	Standortbestimmung mittels Computers
Autor:	Kruse, Dirk T. / Greenberg, Donald P.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-334345

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Standortbestimmung mittels Computers

Eine Methode zur Analyse der Standortbestimmung neuer Einrichtungen soll im Folgenden erläutert werden. Diese heuristische Methode zur Minimierung kumulativer Entfernung soll an dem Beispiel der Standortbestimmung zweier Schulen in einem vorgegebenen urbanen Kontext demonstriert werden. Als Grundlage für dieses Problem dienen Algorithmen, die eine Berechnung rechtwinkliger oder geradliniger Entfernungen ermöglichen. Die Berechnung der Reisezeiten erfolgt entsprechend den vorgegebenen möglichen Verkehrsverbindungen.

Die Ergebnisse dieser programmierten Techniken werden in graphischer Form vom Computer ausgedruckt und als Entscheidungshilfe im Planungsprozeß verstanden.

In diesem Zusammenhang wurden die Implikationen verschiedener Parameter auf die endgültige Standortwahl beobachtet. Als Variable galten bei dem ausgewählten Beispiel die Methoden der Entfernungsmesung, die den vorgegebenen Ausgangspunkten (zum Beispiel Wohngebiete) beigeordneten Wertigkeiten sowie die Auswahl alternativer Programme.

Weiter muß betont werden, daß diese Studie einzig und allein die Minimierung der Entfernung (Kosten) anstrebt. Bebauungsbeschränkungen bestimmen Gebiete oder Besitzverhältnisse von Grundstücken sowie soziologische und ökonomische Aspekte realer Situationen wurden bewußt ausgelassen. Die Methode ist also beschränkt auf einen einzigen quantitativ erfassbaren Aspekt und soll als Entscheidungshilfe für die Lösung eines komplexen Problems verstanden werden.

Das aufgezeigte Planungsproblem der Standortanalyse mittels Computers wird allgemein als «location-allocation»- (Standorts-und-Zuordnungs-) Problem klassifiziert.

Als Beispiele hierfür seien erwähnt:
1. die Standortbestimmung von Krankenhäusern und die Zuordnung von Einzugsbereichen;
2. die Auswahl von Standorten bestimmter Schultypen in Städten;
3. die Anzahl und Stellung von Kränen auf Baustellen.

Das gemeinsame Charakteristikum aller drei Beispiele ist die Zielvorstellung, die Summe aller Transportkosten zu minimieren. Im Falle der Bestimmung nur eines einzigen Standortes wird die Aufgabe zu einem «location»-Problem reduziert, das relativ einfach auf Grund vorgegebener Kriterien entschieden werden kann. Wenn jedoch gleichzeitig mehrere neue Einrichtungen erstellt werden sollen, so sind nicht nur deren Standorte, sondern auch die Zuordnung der durch diese Einrichtungen betroffenen Gebiete oder Gebietsteile zu errechnen.

Diese Zuordnung, «allocation», jedoch hat rückwirkend Einfluß auf die Auswahl der Standorte. Standortbestimmung und Zuordnung sind voneinander abhängig und untrennbar verbunden.

Auf dem Gebiet des Operations

Research wurde dieses «location-allocation»-Problem zur Erreichung optimaler Ergebnisse weit vorangestrieben [4, 5, 6]. Mit steigender Anzahl gleichzeitig zu bestimmender Standorte und der entsprechenden Zuordnung wird die notwendige Berechnung aller potentiellen Ergebnisse jedoch so groß, daß reine Optimierungsmethoden mit heute vorhandenen Computern unökonomisch werden. Da jedoch das aufgezeigte Problem durch das Fehlen eines absoluten Optimums gekennzeichnet ist, wurden hier heuristische Methoden angewendet, die Ergebnisse im Bereich nahe des Optimums ergeben [1].

Nomenklatur

Das gestellte Problem ist also, den optimalen Standort für eine Anzahl neuer Einrichtungen (zum Beispiel Schulen) zu bestimmen, so daß die kumulativen Entfernungen oder Reisezeiten von allen bestehenden Ausgangspunkten (zum Beispiel Wohngebieten) ein Minimum darstellen. Die Terminologie des zur Lösung des Problems entwickelten Modells soll im Folgenden erläutert werden. Über einen Flächennutzungsplan wird ein Rastersystem gelegt; die dominierende Flächennutzung wird dann in den Mittelpunktkoordinaten einer jeder Rasterzelle festgehalten, so daß die Wohngebiete beispiels-

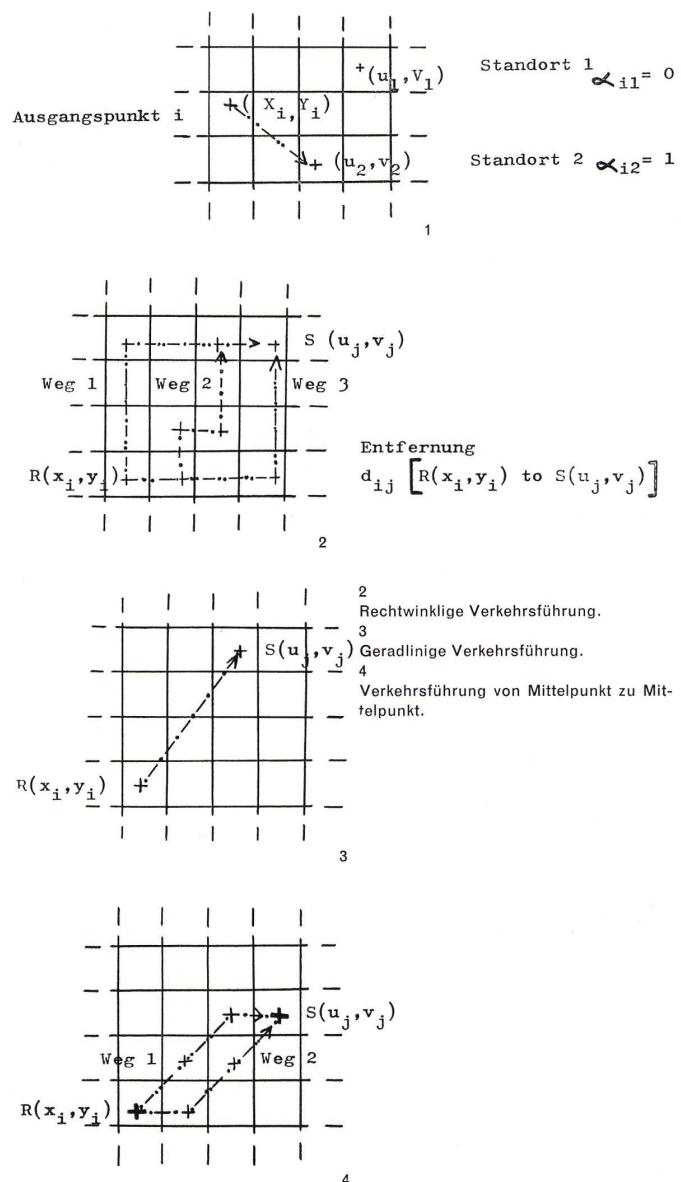
weise durch die Standortkoordinaten $x_i, y_i, i = 1, m$ definiert sind.

Als weitere Eingabe für den Computer wird den Ausgangspunkten (Wohngebieten) eine Wertigkeit, w_i , zugeordnet, die eine Prioritätsbestimmung darstellen kann. Die Entfernung oder Reisezeit zwischen zwei Punkten kann auf verschiedene Art und Weise bestimmt werden; hier zunächst definiert als d_{ij} , Distanz von Punkt i zu Punkt j. Da theoretisch jeder Ausgangspunkt jeder neuen Einrichtung zugeordnet werden kann, wird ein Zuordnungsvektor, α_{ij} , eingeführt, der über die Verteilung entscheidet (Bild 1).

Die Zusammenfassung der drei Entscheidungsgrößen ergibt die zu maximierende Funktion zur Bestimmung der minimalen kumulativen Entfernung zwischen allen neuen Einrichtungen und allen vorhandenen Ausgangspunkten:

$$\min. \phi = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \alpha_{ij} w_i d_{ij} \quad (1)$$

Die Unbekannten für das Problem sind also die Koordinaten der neuen Einrichtungen, $u_j, v_j, j = 1, n$, sowie der Zuordnungsvektor α_{ij} , der jeden Ausgangspunkt der nächstgelegenen neuen Einrichtung zuordnet.



Die Entfernungen oder Verkehrsabläufe können entweder geradlinig oder rechtwinklig gemessen werden, je nachdem, welche dieser Meßmethoden der realen Eingabesituation am nächsten kommt (Bilder 2, 3). Als weitere Alternative ergibt sich eine Meßmethode, die jeweils durch die Mittelpunktkoordinaten der Zellen läuft (Bild 4).

Diese Summierung geradliniger Entfernungen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt benachbarter Zellen ergibt somit den kürzestmöglichen Weg zwischen zwei Punkten, da bei dieser Art der Entfernungsmessung die Möglichkeit besteht, jede Zelle auf ihre Zugänglichkeit zu überprüfen (Bild 5).

In einem unabhängigen Programmteil werden die Entfernungen in Zeiteinheiten transformiert, die entsprechend einer realen Situation (zum Beispiel 100 m/min Gehgeschwindigkeit, 50 km/h für öffentliche Verkehrsmittel) ermittelt werden (Bild 6).

Lösungsmethoden

Für das beschriebene Problem wurden zwei Lösungsmethoden angewendet. Die erste basiert auf einem Algorithmus, vorgeschlagen von L. Cooper, und behandelt als Entfernungsmessung ausschließlich geradlinige Distanzen.

Die zu minimierende Gleichung lautet:

$$\min. \phi = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \alpha_{ij} w_i \cdot [(x_i - u_j)^2 + (y_i - v_j)^2]^{1/2} \quad (2)$$

Der logische Ablauf dieses Programmteiles ist wie folgt:

1. für jede neu zu plazierende Einrichtung wird ein Zuordnungsvektor, α_{ij} , willkürlich festgelegt;
2. auf Grund dieses Vektors wird der «optimale» Standort der neuen Einrichtung errechnet;
3. die Entfernungen von den gegebenen Ausgangspunkten zu allen Standorten werden ermittelt; ein neuer Zuordnungsvektor wird aufgestellt, so daß jeder gegebene Ausgangspunkt der nächstgelegenen neuen Einrichtung zugeordnet ist;
4. Schritt 2 wird mit dem neuen α_{ij} gerechnet;
5. Beendigung der iterativen Durchgänge, sobald sich kein neuer Zuordnungsvektor ergibt.

Diese heuristische Methode ergibt Ergebnisse im Bereich nahe dem «absoluten Optimum»; die gerechneten Beispiele zeigten trotz unterschiedlichen Ausgangsvektoren kongruente Ergebnisse.

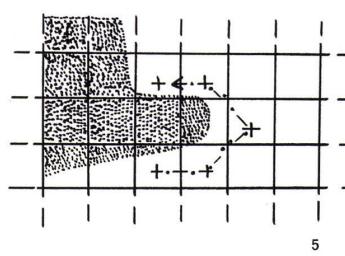
«Vertex Substitution»

Dieser Algorithmus kann theoretisch mit jeder Anzahl neuer Einrichtungen und gegebener Ausgangspunkte rechnen, der Auswertungsprozeß aller Möglichkeiten simultaner Standortauswahl wird jedoch mit wachsender Anzahl zu bestimmender Standorte auch für große EDV-Anlagen langwierig.

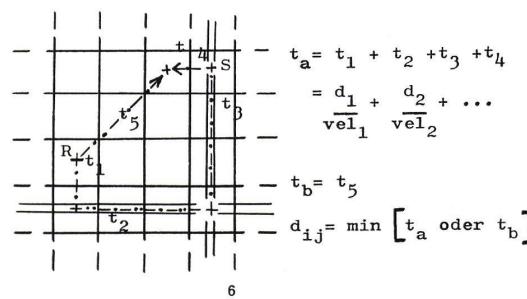
Im Gegensatz zu der anderen Methode ist dieser Algorithmus jedoch nicht beschränkt in der Entfernungsmessung und kann sowohl rechtwinklige als auch geradlinige Verkehrsabläufe rechnen.

Die programmierte Sequenz läuft wie folgt:

1. willkürliche Standortauswahl für alle neuen Einrichtungen;



5



6

5 Mittelpunkt zu Mittelpunkt; kürzester Weg um Hindernis.

6 Reisezeitenermittlung.

8 Computermap.

10 Willkürlicher α -Vektor als Eingabe.

11 Ergebnis der Eingabe von Abbildung 10 (geradlinige Verkehrsführung).

12 Ergebnis der Lösungsmethode «Vertex Substitution».

13 Standortergebnisse.

***** Ursprung

..... 2 min Radius

" " " 4 min Radius

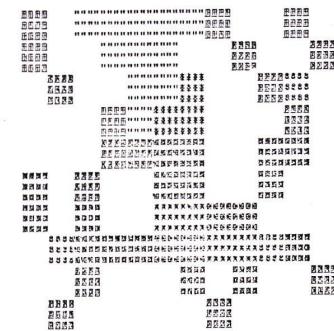
::::: 6 min Radius

%%%% 8 min Radius

xxxxxx 10 min Radius

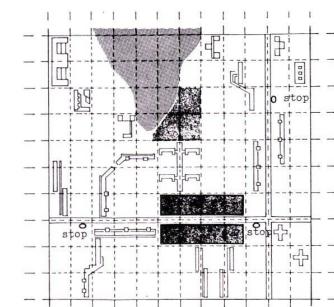
14 Reisezeiten.

Reisezeiten.



7

LEGENDA: ***** RESIDENTIAL LOW DENSITY...
***** RESIDENTIAL MEDIUM DENSITY...
***** RESIDENTIAL HIGH DENSITY...
**** COMMERCIAL RETAIL SECTOR...
---- AUTOBANE...
\$ \$ \$ PARK...
.... WATER...
\$ \$ \$ \$ TRANSIT POINT...



8

I	RL	I	WA	I	WA	I	WA	I	RL	I	I	RL	I
I	RH	I	WA	I	WA	I	PA	I	I	RH	I	I	RH
I	I	I	RL	I	WA	I	PA	I	I	RH	I	I	RH
I	RH	I	RM	I	I	RH	I	RH	I	I	RH	I	RH
I	RH	I	I	I	CR	CR	CA	CR	CR	I	RH	I	CS
I	TP	RH	RH	RH	CA	CA	CR	CR	CR	I	RH	I	RH
I	I	RH	I	I	I	RH	I	I	RH	I	I	RH	I
I	RH	I	I	I	I	RH	I	I	RH	I	I	RH	I

9

I	RL	I	WA	I	SA	I	WA	I	RL	I	I	SA	I
I	SL	I	WA	I	SA	I	NA	I	I	SA	I	I	SA
I	NA	I	WA	I	SA	I	NA	I	I	NA	I	I	NA
I	I	I	RL	I	WA	I	PA	I	I	SA	I	I	SA
I	I	I	SH	I	SA	I	PA	I	I	SA	I	I	SA
I	RH	I	RM	I	I	RH	I	RH	I	I	RH	I	RH
I	NA	I	I	I	CR	CR	CA	CR	CR	I	NA	I	NA
I	I	TP	I	21	1	21	I	21	I	I	21	I	21
I	I	RH	I	I	I	RH	I	RH	I	I	RH	I	RH
I	I	RL	I	I	I	RL	I	I	I	I	RL	I	RL

10

Beispiel
Um die Anwendbarkeit der Lösungsmethoden zu zeigen, haben wir ein Beispiel näher ausgeführt. Eine hypothetische Nachbarschaftseinheit (Bild 7) mit unterschiedlicher Wohndichte, einem öffentlichen Transportsystems errechnet. Dieser

Transportssystem mit drei Haltestellen sowie einige natürliche Gegebenheiten, die die Verkehrsführung erschweren, sind gegeben.

Zur computergerechten Aufbereitung wird ein Rastersystem projiziert, dessen Zellcharakteristika zur Eingabe codiert werden. Die Wohngebiete beispielweise sind dargestellt als RH = hohe Wohndichte, RM = mittlere Wohndichte und RL = niedrige Wohndichte (Bilder 8 und 9). Bei der Standort- und Zuordnungsbestimmung (Schulstandort und Wohngebietzuordnung) wurden sodann folgende Aspekte variiert und die Ergebnisse verglichen:

1. Lösungsmethode;
2. Zuordnung verschiedener Wertigkeiten zu den gegebenen Ausgangspunkten;

3. Entfernungsmessung.

Ein absolutes Optimum wurde aus den erwähnten Gründen bewußt nicht ermittelt, die Kongruenz der Ergebnisse im Nahbereich des Optimums unterstreicht jedoch die Gültigkeit der Anwendung dieser Methoden. Bild 10 zeigt die völlig irrationale Eingabe des Zuordnungsvektors für L. Coopers Algorithmus; alle schattierten Wohngebiete sollten der einen, alle α_1 -Gebiete der anderen Schule zugeordnet werden. In Bild 11 ist der abschließende Ausdruck mit punktiertem Schulstandorten und Zuordnung erkennbar.

Eine ähnliche Lösung ergibt sich für «Vertex Substitution», das in diesem Falle (Bild 12) für rechtwinklige Entfernungsmessung zwischen Wohngebiet und Schulstandort gerechnet wurde.

Das Diagramm in Bild 13 zeigt die verschiedenen Ergebnisse für die beiden Lösungsmethoden und ihre möglichen Variablen. Drei Sätze von Wertigkeiten wurden den drei Wohngebieten gegeben, 1:1:1, 3:2:1, 10:5:1; weiterhin wurden die Ergebnisse für die unterschiedliche Entfernungsmessung ermittelt. Es zeigt sich deutlich, daß alle Ergebnisse im nahen Umkreis beieinander liegen.

Zur Ermittlung der Reisezeiten in der gegebenen Nachbarschaftseinheit wurde ein Standort als Ursprungsort gewählt. Bild 14, einem Computerausdruck, sind die Zeitkonturen in Zwei-Minuten-Intervallen unter Berücksichtigung des gegebenen Transportsystems errechnet. Dieser

nicht beschränkt in der Entfernungsmessung und kann sowohl rechtwinklige als auch geradlinige Verkehrsabläufe rechnen.

Die programmierte Sequenz läuft wie folgt:

1. willkürliche Standortauswahl für alle neuen Einrichtungen;

abschließende Programmteil ist als «measure of performance» für den jeweiligen Standort gedacht.

Zusammenfassung

Eine «location-allocation»-Lösungsmethode ist an einem simplen Beispiel demonstriert worden. Trotz einiger Restriktionen, die sich aus den für die EDV entwickelten Methoden ergeben, soll die anfangs aufgestellte Behauptung unterstrichen werden, daß eine Minimierung der Transportkosten mittels EDV-Methoden als wertvolle Entscheidungshilfe in den Planungsprozeß einbezogen werden kann.

Bibliographie

- [1] L. Cooper, «Heuristic Methods for Location-Allocation Problems», SIAM-Review 6, 1964.
- [2] L. Cooper, «Location-Allocation Problems», Operations Research 2 Nr. 3, 1963.
- [3] Dirk T. Kruse, «Computerized Location-Allocation Procedures Applicable to Urban Design Problem», submitted for the Master of Science Degree in Architectural Science, Cornell University, 1971.
- [4] F. Maranzana, «On the Location of Supply Points to Minimize Transport Costs», Operations Research Quarterly 15, Nr. 3, 1964, S. 261.
- [5] Ben Noble, «Applications of Undergraduate Mathematics in Engineering», Collier-Macmillan, London.
- [6] A. Weber, «Über den Standort der Industrien». Tübingen 1909.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	13