

Geburtenentwicklung 2004 – eine kleine Zeitreihenanalyse



Von Günter Ickler

Im Jahr 2004 erblickten in Rheinland-Pfalz 33 421 Kinder das Licht der Welt. Damit hat sich der rückläufige Trend der vergangenen Jahre fortgesetzt. Die Geburten verteilen sich keineswegs gleichmäßig über das Jahr. Neben Schwankungen im Jahresverlauf gibt es eine besonders deutlich ausgeprägte ungleiche Verteilung auf die Wochentage. Im Vordergrund des Beitrags steht eine Untersuchung der Geburtenentwicklung des Jahres 2004 mit klassischen Instrumenten der Zeitreihenanalyse. Ergänzend erfolgt auch eine Darstellung der Entwicklung in früheren Jahren.

Immer weniger Geburten

Mit fast 67 800 Lebendgeborenen im Jahr 1963 höchste Geborenenzahl

Im Verlauf des Jahres 2004 erblickten in Rheinland-Pfalz 33 421 Kinder das Licht der Welt. Damit hat sich die rückläufige Entwicklung der vergangenen Jahre fortgesetzt. Nach der höchsten in der Geschichte des Landes jemals festgestellten Geborenenzahl im Jahr 1963 (fast 67 800 Lebendgeborene) war die Geburtenentwicklung Ende der 1960er- und Anfang der 1970er-Jahre durch einen rasanten Abwärtstrend gekennzeichnet, der bis Ende der 1970er-Jahre zu einer Halbierung der Geburtenzahlen führte. Durch die zahlenmäßige Zunahme entsprechender Elternjahrgänge konnten zwar zwischenzeitlich auch wieder mehr Geburten verzeichnet werden; mit nahezu 43 000 Lebendgeborenen markierte das Jahr 1990 noch einmal ein „Zwischenhoch“. Dem schlossen sich aber nahezu kontinuierlich rückläufige Werte an.

Bis Ende der 1970er-Jahre Halbierung der Geborenenzahlen

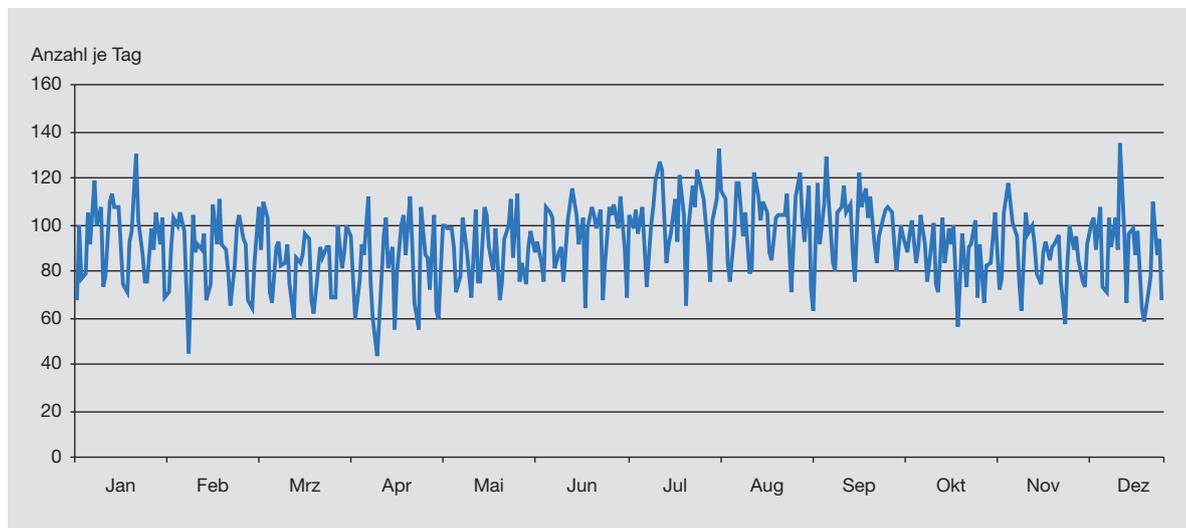
Erhebliche Unregelmäßigkeiten im Jahresverlauf

Im Vordergrund der folgenden Darstellung stehen die Geburten des Jahres 2004. Dabei werden neben der für die Bevölkerungsentwicklung relevanten Zahl der Lebendgeborenen auch die Totgeburten in die Betrachtung einbezogen. Mit 149 Kindern, die tot geboren wurden, gab es insgesamt 33 570 Geborene im Jahr 2004.

Betrachtet man die Entwicklung der Geburten im Verlauf eines Jahres nach Kalendertagen, so zeigen sich erhebliche Unregelmäßigkeiten. Die stark gezackte Kurve schwankt um den Durchschnittswert von 91,7 Geborenen je Tag. Neben Schwankungen, die in mehr oder weniger ähnlicher Weise wiederkehren, sind auch gewisse Auf- und Abwärtsentwicklungen im Jahresverlauf zu erkennen. So scheint

Im Durchschnitt 91,7 Geborene am Tag

S 1 Geborene 2004 nach Kalendertagen



es im März und April eher weniger und in den Monaten Juli bis September eher mehr Geburten zu geben.

vorliegt. Diese Zeitreihe wird im Folgenden mit den klassischen Instrumenten der Zeitreihenanalyse einer näheren Betrachtung unterzogen.

Zeitreihe zeigt zyklische Schwankungen im wöchentlichen Rhythmus

Bei näherer Betrachtung ist zu erkennen, dass die deutlich ausgeprägten zyklischen Schwankungen durch einen wöchentlichen Rhythmus geprägt sind. Damit liegt eine Zeitreihe vor, die durch eine längerfristige Grundkomponente – sie sei zunächst als „Trend“ bezeichnet – und durch wiederkehrende Auf- und Abwärtsbewegungen (die Saisonkomponente) gekennzeichnet ist. Darüber hinaus weist jede Zeitreihe auch Bewegungen auf, die weder durch eine Trend- noch durch eine saisonale Entwicklung erklärbar sind. Diese als Restkomponente bezeichnete Größe enthält zum einen irreguläre Einflüsse, die durch einmalige Ereignisse geprägt sind (dies können insbesondere auch Kalenderunregelmäßigkeiten sein, wie zum Beispiel die Lage von Feiertagen). Zum anderen fallen aber auch Einflussfaktoren darunter, für die eine unmittelbare Erklärung nicht

Zunächst wird aber die Entwicklung der täglichen Geborenenzahlen in ihrer tabellarischen Darstellung betrachtet. Hier fällt mit 44 Geborenen der niedrigste im Jahresverlauf beobachtete Wert auf den 11. April – das war der Ostersonntag. Die kleinsten im Verlauf eines Monats verzeichneten Beobachtungswerte fallen zumeist auf einen Sonntag oder Feiertag, in wenigen Fällen auch auf einen Samstag. Die monatlichen Minimalwerte liegen zwischen 44 und 71 Geborenen je Tag.

Geburtenminimum am Ostersonntag

Demgegenüber fallen die Höchstwerte eines Monats generell auf einen normalen Wochentag; meistens ist dies ein Mittwoch oder Donnerstag (jeweils viermal), in drei Fällen ein Freitag und einmal ein Dienstag. Die Maximalwerte liegen zwischen 105 und 135 Geborenen.

T 1

Geborene 2004 nach Monaten und Wochentagen

Tag	Monat											
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1	67	71	83	100	63	90	98	76	103	105	66	89
2	99	90	108	95	59	97	112	102	93	92	82	95
3	77	103	89	77	100	88	89	111	117	80	83	85
4	79	99	110	59	100	93	69	133	72	99	91	76
5	105	105	103	75	98	83	104	114	63	95	105	73
6	91	97	71	92	98	76	98	111	118	88	72	92
7	119	82	66	87	90	108	106	84	91	96	77	101
8	99	45	90	112	71	105	96	76	109	102	105	103
9	108	104	93	76	78	103	107	96	129	83	118	89
10	73	88	82	59	103	81	90	118	111	90	109	108
11	78	91	83	44	88	88	73	118	83	104	101	73
12	110	89	92	60	78	90	100	95	80	91	95	71
13	113	96	74	95	69	76	108	105	105	76	76	103
14	107	68	60	103	106	102	119	79	108	83	63	90
15	107	74	86	81	76	109	127	81	117	101	105	103
16	94	109	84	90	75	115	123	122	105	74	96	89
17	74	92	87	55	108	104	84	112	109	71	100	135
18	71	111	96	79	104	91	92	102	88	103	92	96
19	93	92	94	100	90	103	96	110	75	84	79	66
20	97	89	67	104	80	64	111	105	122	98	74	96
21	130	80	62	87	98	98	93	88	107	92	88	98
22	102	65	80	112	67	108	121	85	116	100	93	87
23	87	82	90	91	75	104	104	103	103	56	85	97
24	76	99	86	66	94	98	65	104	112	72	90	64
25	76	104	90	55	100	106	98	104	91	96	91	58
26	98	94	90	108	111	68	117	104	83	73	96	71
27	89	91	69	87	86	83	107	113	95	90	75	78
28	105	68	69	86	113	108	124	71	103	91	57	110
29	92	64	99	72	75	104	114	82	106	102	84	87
30	103		81	104	83	109	111	112	108	69	99	94
31	69		88		74		90	122		92		67
Insgesamt	2 888	2 542	2 622	2 511	2 710	2 852	3 146	3 138	3 022	2 748	2 647	2 744
Monatsminimum	67	45	60	44	59	64	65	71	63	56	57	58
Monatsmaximum	130	111	110	112	113	115	127	133	129	105	118	135
Monatsmittel	93,2	87,7	84,6	83,7	87,4	95,1	101,5	101,2	100,7	88,6	88,2	88,2

Samstag
 Sonntag
 Feiertag
 Monatsminimum
 Monatsmaximum

Deutlich weniger Geburten am Wochenende

Im Jahresdurchschnitt ist der Mittwoch mit 100,4 Geborenen der „beliebteste“ Tag, gefolgt vom Freitag mit 99,4 und vom Dienstag mit 98,8 Geborenen. Die Wochenenden liegen mit nur 75,9 Geborenen am Samstag und 72,9 am Sonntag erheblich unter dem Gesamtmittel.

Ein Vergleich der Monate zeigt mit 83,7 bzw. 84,6 die niedrigsten durchschnittlichen täglichen Geborenenzahlen in den Monaten April und März, die höchsten dagegen im Juli (101,5) und August (101,2) sowie auch noch im September mit durchschnittlich 100,7 Geborenen.

Im 3. Quartal werden im Monatsdurchschnitt die meisten Kinder geboren

die Berechnung eines siebengliedrigen gleitenden Durchschnitts an (siehe Info-Kasten „Gleitende Durchschnitte“). Diese vorläufige Elimination der Saisonkomponente liefert eine erste Schätzung der glatten Komponente (g_t). Dabei werden die ersten und die letzten drei Randglieder nicht verwendet, da deren Schätzung zu nicht-plausiblen Ergebnissen geführt hat.

2. Ermittlung von Saison- plus Restkomponente

Subtrahiert man die im ersten Schritt ermittelten Schätzwerte für die glatte Komponente von den Beobachtungswerten, so erhält man eine Schätzung für die Summe aus Saison- und Restkomponente (s_t+u_t).

3. Darstellung von Tagesdiagrammen

Diese noch von den irregulären Schwankungen überlagerten Saisonverläufe lassen sich anschaulich interpretieren, indem man die Entwicklung für jeden Wochentag in einer eigenen Grafik darstellt. Diese Tages-

diagramme zeigen in der Regel für Samstag und Sonntag unter dem Durchschnitt liegende Werte und für die restlichen Wochentage solche, die den Mittelwert übersteigen.

Über die saisonale Entwicklung hinausgehende irreguläre Einflüsse sind dabei zum Teil durch Kalenderunregelmäßigkeiten erklärbar. So sind in der Darstellung für den Montag die drei Minimalwerte (15., 22. und 44. Wert) durch Feiertage geprägt, nämlich durch Oster- und Pfingstmontag bzw. Allerheiligen.

Das Diagramm für den Donnerstag zeigt niedrige Zahlen für den 20. Mai (Christi Himmelfahrt) und den 10. Juni (Fronleichnam). Ein noch kleinerer Wert ist allerdings für den 13. Mai errechnet worden, für den der Kalender keine Auffälligkeiten zeigt.

Auch Feiertage beeinflussen das Geburten-geschehen

Info

Zeitreihenanalyse

Eine Zeitreihe ist eine zeitlich geordnete Folge der Beobachtungen eines Merkmals. Ziel der Zeitreihenanalyse ist es, die Einflussfaktoren, die für das Zustandekommen der Zeitreihe verantwortlich sind, zu analysieren – häufig auch mit dem Ziel, Anhaltspunkte über die zukünftige Entwicklung des betrachteten Merkmals zu erhalten.

In der Regel lassen sich Zeitreihen, beispielsweise in wirtschaftswissenschaftlichen Analysen, in verschiedene Komponenten zerlegen:

- Als Trend bezeichnet man die allgemeine Grundrichtung der Zeitreihe. Man unterstellt hier häufig einen linearen Verlauf, es sind aber auch andere mathematische Funktionen – beispielsweise Polynome oder exponentielle bzw. logarithmische Funktionen – denkbar.
- Unter Konjunkturschwankungen versteht man Schwankungen mit einer Periodenlänge von mehr als einem Jahr.
- Saisonschwankungen sind die zyklischen Bewegungen innerhalb eines Jahres.

- Die Rest- oder irreguläre Komponente umfasst solche Bewegungen, die durch nicht systematisch erklärbare Ursachen hervorgerufen werden. Hierunter fallen zum einen Strukturbrüche – zum Beispiel Gebietsstandsänderungen –, zum anderen aber insbesondere solche Zufallseinflüsse, für die es keine konkreten Erklärungsansätze gibt oder die in dem betrachteten Modell nicht erklärt werden sollen, um dessen Komplexität nicht zu erhöhen.

Trend und Konjunkturschwankungen werden häufig zu einer Komponente – der glatten Komponente – zusammengefasst, wenn man sie nicht einwandfrei trennen kann, was insbesondere bei kurzen Zeitreihen der Fall ist.

In der Regel unterstellt man eine additive Verknüpfung der Bewegungskomponenten, es sind aber auch andere Modelle denkbar.

Hat man eine Zeitreihe in ihre Komponenten zerlegt, so lassen sich einzelne Komponenten herausrechnen, das heißt, man erhält dann trend- oder saisonbereinigte Zeitreihen.

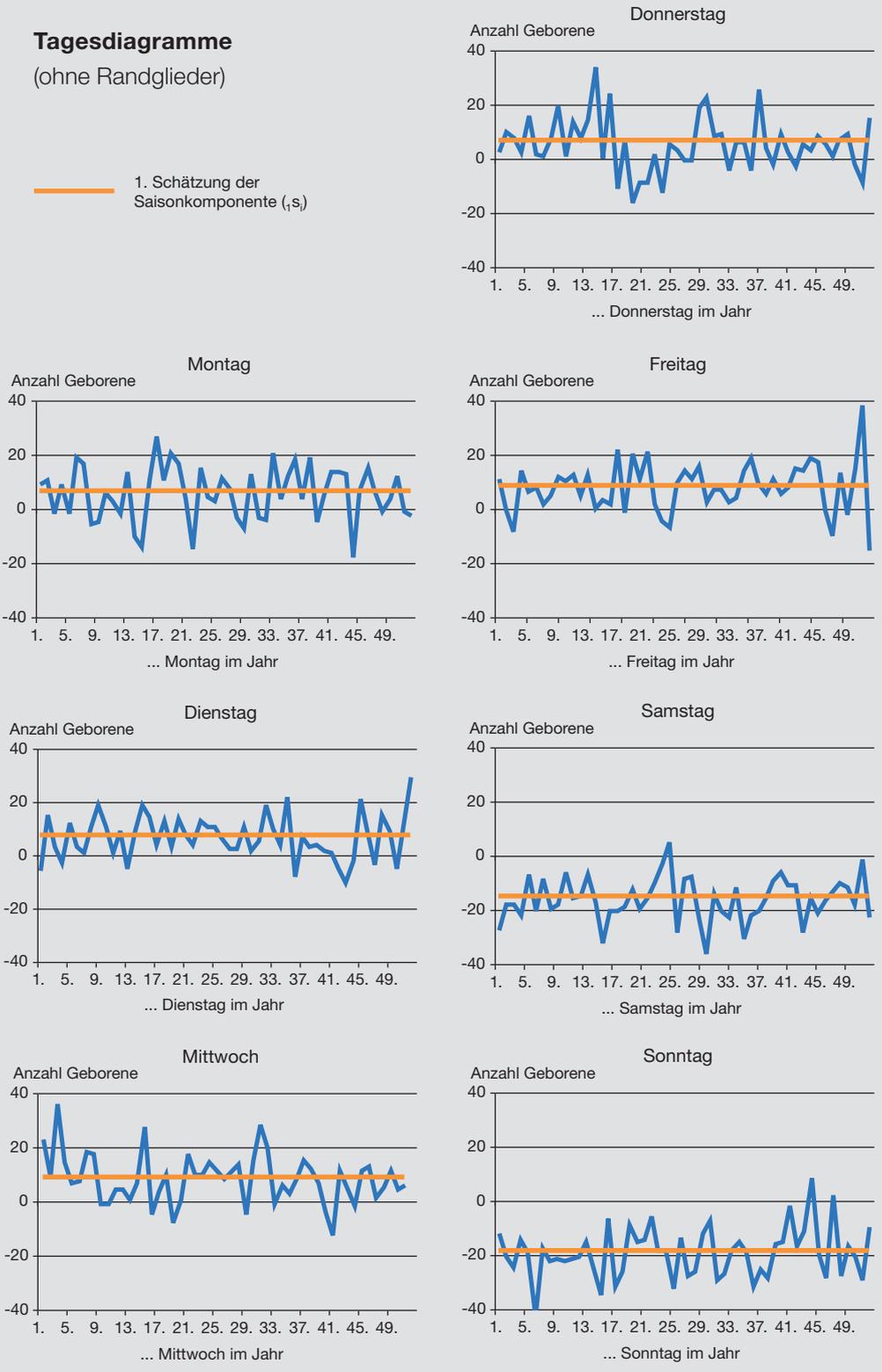
Es gibt zahlreiche, mitunter sehr komplexe Modelle der Zeitreihenanalyse, die jedoch grundsätzlich alle mehr oder weniger auf den dargestellten Grundbausteinen basieren.

S 2 Zeitreihenzerlegung der Geborenen 2004

Tagesdiagramme

(ohne Randglieder)

— 1. Schätzung der Saisonkomponente (s_t)



Das Tagesdiagramm für den Freitag zeigt einen auffallend hohen Wert für den 17. Dezember, also den letzten Werktag vor der Weihnachtswoche. Der niedrigste Wert ist für Heiligabend, den 24. Dezember, festzustellen.

Die Darstellungen zeigen, dass es für einen Teil der die Saisonkomponente überlagernden irregulären Effekte Erklärungsansätze gibt, die plausibel oder zumindest denkbar sind.

4. Erste Schätzung der Saisonkomponente

Unterstellt man eine konstante Saisonfigur, geht man also davon aus, dass der Einfluss der einzelnen Wochentage zu jedem Zeitpunkt des Jahres den gleichen Einfluss auf die Bildung der Zeitreihe hat, so kann man durch Bildung des arithmetischen Mittels aus den Werten einer Teilreihe für jeden der sieben Wochentage die Saisonschwankung für jede Stelle der Saison schätzen. Diese konstanten Schätzwerte (${}_1s_i$) sind in den Tagesdiagrammen als Parallelen zur Abszisse eingezeichnet.

5. Normierung der Saisonkomponente

Definiert man die Saisonkomponente derart, dass sich die Schwankungen über das Jahr hinweg ausgleichen, so muss die Summe ihrer Einzelwerte null sein. Das ist bei den sieben in Schritt 4 errechneten Werten aber noch nicht der Fall, da $\sum {}_1s_i = 1,96$.

Eine normierte Schätzung (${}_2s_i$) erhält man, indem man $1,96/7$ von den in Schritt 4 errechneten Werten subtrahiert.

6. Ermittlung der saisonbereinigten Reihe

Durch Differenzbildung aus den Beobachtungswerten und der Saisonkomponente ergibt sich die saisonbereinigte Reihe:

$$g_i + u_i = X_i - {}_2s_i$$

7. Zweite Schätzung der glatten Komponente

Die im sechsten Schritt ermittelte Reihe enthält noch Restschwankungen, die durch einen geeignet gewählten gleitenden Durch-

schnitt eliminiert werden können. Bei der Wahl der Gliederzahl ist zu beachten, dass zu viele Elemente auch Krümmungen in der glatten Komponente glätten und sogar zu einer Verlagerung von Extremwerten führen können. Die Berücksichtigung von zu wenigen Elementen verhindert unter Umständen

Info

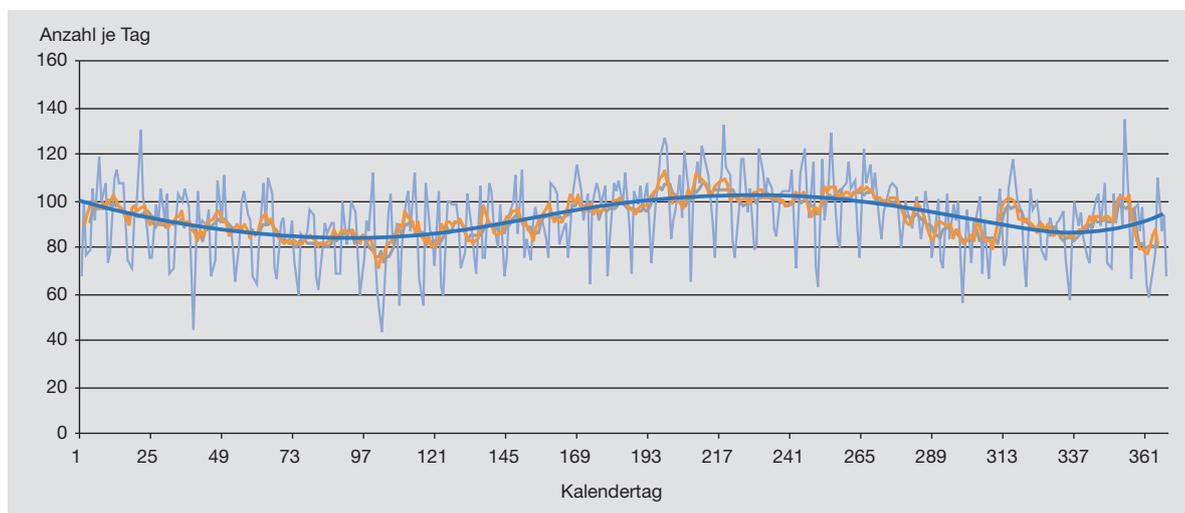
Gleitende Durchschnitte

Die Berechnung gleitender Durchschnitte ist eine Methode zur Glättung von Zeitreihen. Insbesondere ist sie zur Ausschaltung von zyklischen Schwankungen und damit zur Schätzung des Trends bzw. der glatten Komponente geeignet. Im Gegensatz zu Verfahren, die den Trend global für die gesamte Zeitreihe mit einer einzigen Funktion beschreiben (Globalschätzung), stellt die Methode der gleitenden Durchschnitte eine Lokalschätzung dar, bei der abschnittsweise für jeweils eine gewisse Anzahl benachbarter Beobachtungswerte eine Schätzung durchgeführt wird. Dabei wird der Schätzwert für den mittleren Zeitpunkt der jeweils betrachteten Periode angesetzt. Üblicherweise wird eine lineare Funktion herangezogen, es sind aber auch Polynome höheren Grades denkbar.

Zur Eliminierung regelmäßig wiederkehrender zyklischer Schwankungen (Saisonschwankungen) wählt man die Gliederzahl des gleitenden Durchschnitts entsprechend der Anzahl unterjähriger Werte. Man berechnet also bei Quartalswerten einen viergliedrigen und bei Monatswerten einen zwölfgliedrigen gleitenden Durchschnitt.

Sollen irreguläre Schwankungen ausgeschaltet werden, muss die Gliederzahl einerseits so groß gewählt werden, dass der Trend hinreichend charakterisiert werden kann. Andererseits muss beachtet werden, dass zu große gleitende Durchschnitte auch einen gekrümmten Trend glätten und sogar dessen Extremwerte zeitlich verlagern können.

Das beschriebene Verfahren ermöglicht keine Schätzungen am Anfang und Ende der Zeitreihe. Da die Herleitung der Berechnungsformel aber auf einem Ansatz nach der Methode der kleinsten Quadratsumme beruht, können hieraus auch Schätzwerte für die ersten und letzten Zeitreihenwerte ermittelt werden. Diese haben allerdings andere statistische Eigenschaften und sind nicht immer plausibel.



die gewünschte hinreichende Beseitigung der Restkomponente. Das Testen verschiedener Alternativen führte im vorliegenden Fall zur Anwendung eines fünfgliedrigen gleitenden Durchschnitts (\hat{z}_t).

Die grafische Darstellung verdeutlicht, dass die Saisonbereinigung erfolgreich war. Ist man der Auffassung, dass der Verlauf der glatten Komponente noch zu unruhig ist, so kann – außerhalb des dargestellten achtstufigen Modells – durch eine geeignet gewählte Funktion eine weitere Glättung vorgenommen werden. Der in der Grafik dargestellte Kurvenverlauf basiert auf einem Polynom fünften Grades

8. Überprüfung
der Güte der
Schätzung

Ein Vergleich der für die glatte Komponente geschätzten Werte aus Schritt 7 mit denen aus Schritt 1 lässt Schlussfolgerungen über die Güte der Schätzung zu. Bei größeren Differenzen können die zuletzt ermittelten Werte \hat{z}_t im zweiten Schritt eingesetzt und erneut die weiteren Arbeitsschritte durchlaufen werden. Die Unterschiede sind im vorliegenden Fall gering – die betragsmä-

ßige Differenz liegt bei durchschnittlich 1,9. Damit kann das Verfahren als abgeschlossen betrachtet werden. In der Tat hat sich gezeigt, dass durch eine erneute Berechnung keinerlei Verbesserung erzielt werden konnte, so dass auf eine Darstellung hier verzichtet wird.

Fazit der Analyse: Nur kleinerer Teil der Zeitreihe ist saisonbestimmt

Das Verfahren der Zeitreihenzerlegung hat gezeigt, dass die Entwicklung der täglichen Geborenenzahlen des Jahres 2004 zum größten Teil durch eine langfristige Grundrichtung und darüber hinaus zu einem kleineren Teil durch stark ausgeprägte zyklische Schwankungen erklärt werden kann. Bei im Tagesdurchschnitt 91,7 Geborenen variieren die Saisonwerte zwischen 8,0 und –19,2, also in einer Bandbreite von mehr als 27 Geborenen.

Das hier vorgestellte Modell ist – zugegebenermaßen – sehr einfach. Es hat den Vor-

teil, dass es leicht nachvollziehbar ist und im vorliegenden Fall zu plausiblen Ergebnissen geführt hat.

Heutige medizinische Möglichkeiten beeinflussen den Geburtstermin

Die Suche nach der Ursache, warum offensichtlich an Wochenenden und Feiertagen signifikant weniger Geburten zu verzeichnen sind, führt zunächst zu der Vermutung, dass es sich bei einer Geburt nicht zwingend um einen ausschließlich natürlichen – durch biologische Faktoren beeinflussten – Vorgang handelt.

Fast jede dritte Geburt per Kaiserschnitt

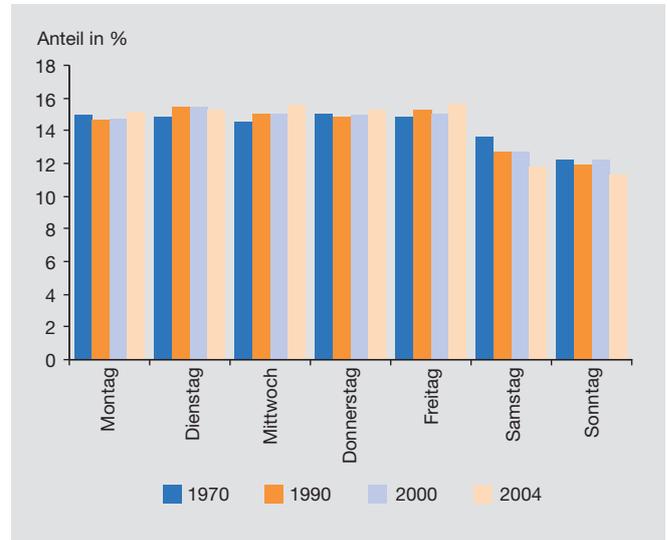
In der Tat zeigt sich, dass nahezu jedes dritte Kind durch einen Kaiserschnitt auf die Welt geholt wird. Während früher derartige operative Eingriffe nur im Ausnahmefall erfolgten, liegt ihr Anteil jetzt bei 30,8%. Das entspricht allein innerhalb der letzten zwei Jahre einer Steigerung um 4,6 Prozentpunkte. Anfang der 1990er-Jahre betrug der Anteil der Kaiserschnittgeburten noch weniger als 18%.

Es ist daher zu vermuten, dass diese Form der Geburt den Frauen zunehmend als Alternative zu einer natürlichen Geburt erscheint oder vermittelt wird. Ein wachsendes Durchschnittsalter der Frauen bei der Geburt und die damit einhergehenden Risiken können zusätzliche Gründe für den Anstieg der Kaiserschnittgeburten sein.

Aber auch die Vorteile für die Kliniken liegen auf der Hand. Eine normale Geburt verursacht einen mitunter erheblichen Zeit- und damit Personalaufwand. Sie kann daher mit weit höheren Kosten verbunden sein als eine Geburt per Kaiserschnitt, die zeitlich

S 4

Geborene 1970–2004 nach Wochentagen



gesteuert, also auch gezielt auf Werktage gelegt werden kann. Zudem liegen die Erstattungen der Krankenkassen für eine Kaiserschnittgeburt höher als für eine normale Geburt.

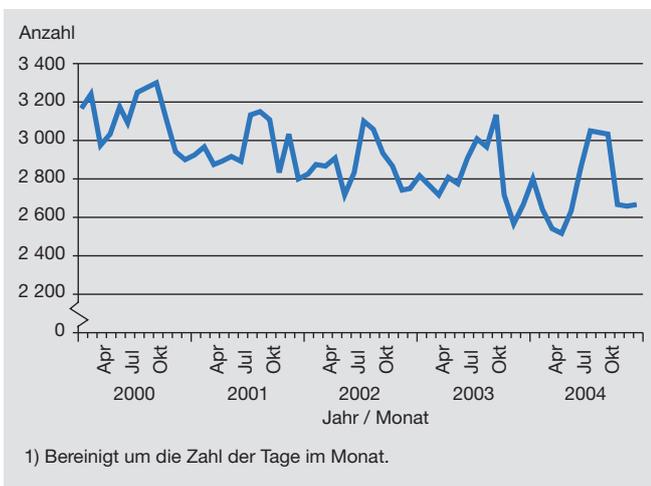
Eine Kaiserschnittgeburt soll zwar nur bei medizinischer Notwendigkeit erfolgen; diese liegt nach einer Schätzung der Weltgesundheitsorganisation bei 10% aller Geburten vor. Die genannten Gründe können aber durchaus die Auslegung des Begriffs der Notwendigkeit beeinflussen.

Wenn der Kaiserschnitt in nennenswertem Umfang gezielt zur Beeinflussung des Geburtstermins eingesetzt wird, dann muss mit der Zunahme der Zahl der Kaiserschnittgeburten in den letzten Jahren die Zahl der Wochenendgeburten abgenommen haben. Tatsächlich ist der Anteil der auf einen Samstag oder Sonntag entfallenden Geburten, der 1970 noch bei 25,8% lag, bis heute um 2,7 Prozentpunkte gesunken.

Früher mehr Geburten am Wochenende

S 5

Geborene 2000–2004 nach Monaten¹⁾



Bei all diesen Feststellungen darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass die saisonalen Schwankungen nur den weitaus geringeren Teil der Einflussfaktoren für die täglichen Geborenenzahlen ausmachen.

Längerfristige Schwankungen in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Abschließend soll noch ein Blick auf die längerfristigen Schwankungen geworfen werden, die bei wirtschaftswissenschaftlichen Zeitreihenanalysen als Konjunkturkomponente bezeichnet werden. Die isolierte Betrachtung dieser Größe ist bei einer Zeitreihe von nur einem Jahr kaum möglich, weshalb

bei der Analyse Trend- und Konjunkturkomponente zusammengefasst als glatte Komponente betrachtet wurden. Anhaltspunkte über längerfristige Schwankungen kann die Betrachtung einer Zeitreihe mehrerer Kalenderjahre liefern.

Für eine anschaulichere Darstellung werden dabei die Geburten nicht mehr nach Tagen, sondern nach Monaten betrachtet. Aus Gründen einer besseren Vergleichbarkeit wurden die Geburtenzahlen auf eine einheitliche Monatslänge von 30 Tagen umgerechnet. Auf eine Bereinigung der unterschiedlichen Zahl der Wochenenden je Monat wurde jedoch verzichtet.

Die Betrachtung der fünf Jahre umfassenden Zeitreihe zeigt einen fallenden Trend und bestätigt die bereits für das Jahr 2004 festgestellte Häufung der Geburten in den Sommermonaten Juli bis September und die niedrigeren Geburtenzahlen im März und April.

Mehr Geburten im Sommer

Günter Ickler, Diplom-Ökonom, leitet das Referat Bevölkerung, Beschäftigte, Soziale Leistungen.