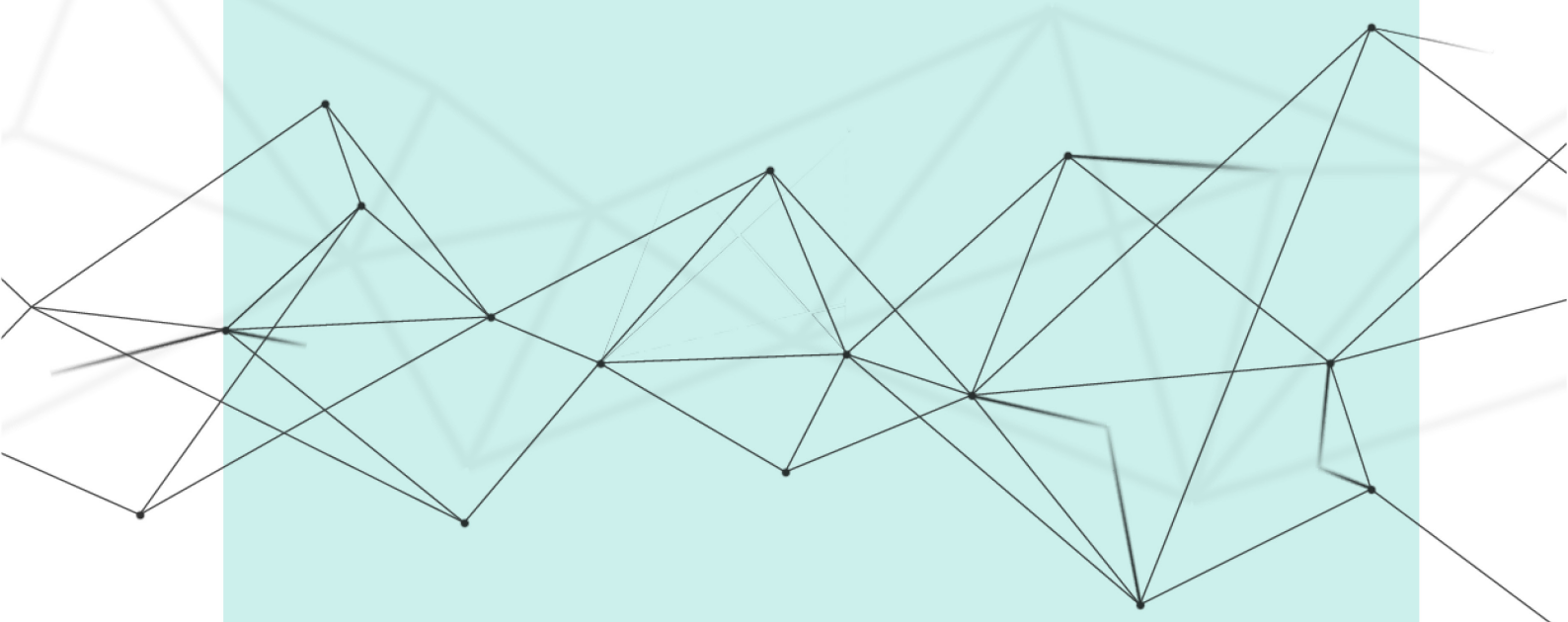




Studie | Februar 2020

Methoden der Potential- schätzung: Produktionsfunktion oder Filterverfahren? Eine vergleichende Beurteilung in der Anwendung auf die Schweiz





Grundlagen für die
Wirtschaftspolitik

In der Publikationsreihe «Grundlagen für die Wirtschaftspolitik» veröffentlicht das Staatssekretariat für Wirtschaft SECO Studien und Arbeitspapiere, welche wirtschaftspolitische Fragen im weiteren Sinne erörtern.

Herausgeber

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Holzikofenweg 36, 3003 Bern
Tel. +41 58 469 60 22
wp-sekretariat@seco.admin.ch
www.seco.admin.ch

Online

www.seco.admin.ch/studien

Autor

Prof. em. Dr. Peter Stalder
Zürich, Schweiz

Zitierweise

Peter Stalder (2020): «Methoden der Potential-schätzung: Produktionsfunktion oder Filterverfahren? Eine vergleichende Beurteilung in der Anwendung auf die Schweiz». Grundlagen für die Wirtschaftspolitik Nr. 11. Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern.

Anmerkungen

Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO.

Der vorliegende Text gibt die Auffassung des Autors wieder. Diese muss nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers übereinstimmen.

Methoden der Potentialschätzung: Produktionsfunktion oder Filterverfahren? Eine vergleichende Beurteilung in der Anwendung auf die Schweiz

Zusammenfassung

Der Potentialoutput einer Volkswirtschaft entspricht dem Aktivitätsniveau einer inflationsneutralen Normalauslastung der Produktionsfaktoren. In den Abweichungen des BIP vom Potentialoutput, dem sogenannten Output Gap, zeigt sich die konjunkturelle Position der Wirtschaft. Zur Schätzung des nicht direkt beobachtbaren Potentialoutputs kann man sich auf verschiedene Verfahren stützen. In zwei früheren Studien wurden die folgenden Ansätze ausführlich diskutiert und auf die Schweiz angewandt: (1) Der Produktionsfunktionsansatz leitet den Potentialoutput aus einer geschätzten Produktionsfunktion ab, indem der zyklisch schwankende Arbeitsinput durch sein inflationsneutrales Niveau ersetzt wird. (2) Der HP-Filter extrahiert den Potentialtrend anhand eines statistischen Glättungsschemas aus der BIP-Entwicklung. (3) Das State-Space-Modell SS1 erweitert die Informationsbasis des HP-Filters, indem der Output Gap auf die Arbeitslosenquote, die Investitionsquote und die Inflation abgebildet wird. (4) Das State-Space Modell SS2 modifiziert den HP-Filter grundlegender, indem davon ausgegangen wird, dass der Output Gap über die Investitionstätigkeit das Potentialwachstum beeinflusst.

Die vorliegende Studie vergleicht diese Ansätze im und kommt zu folgenden Schlüssen.

Mit dem HP-Filter resultiert ein Output Gap, der in verschiedenen Zeitperioden unplausibel erscheint. Besonders ausgeprägt ist dies in den 1990er Jahren der Fall, wo der Output Gap nach anfänglich leicht negativen Werten rasch wieder geschlossen ist. Dies widerspricht der anhaltend hohen Arbeitslosigkeit, der schwachen Investitionstätigkeit und der rückläufigen Inflation. Die beiden State-Space-Modelle, die diese Informationen in die Schätzung einbauen, zeigen Output Gaps an, die über mehrere Jahre stark negativ sind. Der Produktionsfunktionsansatz kommt aufgrund der unter dem inflationsneutralen Niveau liegenden Beschäftigung zum gleichen Ergebnis, weicht in anderen Zeitperioden aber recht deutlich von den Modellen SS1 und SS2 ab. Diese Unterschiede, die primär das Ausmass und weniger die Wendepunkte und die Vorzeichen des Output Gap betreffen, sind wegen des latenten Charakters von Potentialoutput und Output Gap schwierig zu bewerten.

Klare Schlüsse lassen sich bezüglich der statistischen Zuverlässigkeit der Ansätze ziehen. Der vom HP-Filter bis zu einem bestimmten Zeitpunkt geschätzte Output Gap verändert sich auf erweiterter Datenbasis um durchschnittlich gut einen Prozentpunkt. Diese störende Randwert-Instabilität wird in den Modellen SS1 und SS2 stark reduziert. Der Produktionsfunktionsansatz ist nach diesem Kriterium dem HP-Filter ebenfalls vorzuziehen, den Modellen SS1 und SS2 ist er jedoch leicht unterlegen.

Im prognostischen Einsatz muss in allen Ansätzen eine BIP-Prognose vorgegeben werden. Unterstellt man für die Jahre 2020 und 2021 in Anlehnung an die aktuellen Konjunkturprognosen ein moderat anziehendes BIP-Wachstum, so trifft dieses im Produktionsfunktionsansatz auf ein Potentialwachstum, das aufgrund expliziter Annahmen zur Demografie und zum Produktivitätswachstum tiefer ist als in der Vergangenheit. Entsprechend weitet sich der Output Gap relativ deutlich auf 0.9 Prozent aus. Das Modell SS1 und der HP-Filter leiten den Potentialpfad aus der vorgegebenen BIP-Prognose ab. Sie prognostizieren bei höherem Potentialwachstum eine Zunahme des Output Gap auf 0.4 Prozent. Das Modell SS2 hält sich hinsichtlich des Potentialwachstums weitgehend an die historische Erfahrung, so dass der Output Gap bei einem vermutlich überschätzten Potentialwachstum rückläufig ist.

Méthodes d'estimation de la production potentielle : fonction de production ou filtres ? Une évaluation comparative de leur application à la Suisse

Résumé

La production potentielle d'une économie correspond au niveau d'activité d'une utilisation normale des facteurs de production, à savoir une utilisation neutre en termes d'inflation. L'écart de production, soit la différence entre le PIB et la production potentielle, indique la situation de l'économie dans le cycle conjoncturel. Pour estimer la production potentielle, qui ne peut être observée directement, il existe plusieurs méthodes. Les approches décrites ci-après ont été discutées en détail et appliquées à la Suisse dans le cadre de deux études précédentes. 1) La méthode par fonction de production déduit la production potentielle à partir d'une estimation de la fonction de production en remplaçant l'intrant travail, qui fluctue de manière cyclique, par son niveau neutre en terme d'inflation. 2) Le filtre HP extrait la tendance de la production potentielle au moyen d'un modèle de lissage statistique à partir de l'évolution du PIB. 3) Le modèle espace état MEE1 élargit la base d'information du filtre HP en calquant l'écart de production sur le taux de chômage, le taux d'investissement et l'inflation. 4) Le modèle espace état MEE2 modifie le filtre HP de manière plus fondamentale, dans la mesure où il postule que l'écart de production influe sur la croissance potentielle par le biais des investissements.

La présente étude compare ces différentes approches et tire les conclusions énoncées ci-dessous.

Le filtre HP aboutit à un écart de production qui ne semble pas plausible pour diverses périodes. C'est notamment le cas dans les années 1990, quand l'écart de production, légèrement négatif au début, se ferme rapidement. Ce tableau n'est pas compatible avec le niveau du chômage, durablement élevé, la faiblesse des investissements et le recul de l'inflation durant cette période. Les deux modèles espace état, qui intègrent ces informations dans l'estimation, aboutissent à des écarts de production fortement négatifs sur plusieurs années. L'approche de la fonction de production arrive au même résultat du fait que l'emploi est inférieur au niveau neutre en termes d'inflation, mais s'écarte assez sensiblement des modèles MEE1 et MEE2 à d'autres périodes. Ces différences, qui concernent principalement l'ampleur et moins les points de retournement et les indicateurs de l'écart de production, sont difficiles à évaluer du fait que la production potentielle et l'écart de production ne sont pas directement observables.

S'agissant de la fiabilité statistique des approches, les conclusions sont claires. L'écart de production estimé jusqu'à une date donnée par le filtre HP varie en moyenne d'un bon point de pourcentage avec une base de données élargie. La difficulté occasionnée par l'instabilité des valeurs à la marge est fortement réduite dans les modèles ME1 et ME2. Sur cet aspect, l'approche de la fonction de production est également préférable à celle du filtre HP, mais elle est légèrement moins performante que les modèles MEE1 et MEE2.

Dans l'usage de la production potentielle pour les prévisions, toutes les approches requièrent une prévision du PIB. Dans l'hypothèse d'une augmentation modérée de la croissance du PIB en 2020 et 2021 conforme aux prévisions conjoncturelles actuelles, l'approche de la fonction de production aboutit à une croissance potentielle plus faible que par le passé en raison d'hypothèses explicites s'agissant de la démographie et de la croissance de la productivité. En conséquence, l'écart de production s'accroît assez sensiblement, à 0,9 %. Le modèle MEE1 et le filtre HP déduisent l'évolution de la production potentielle de la prévision du PIB. Ils prévoient, pour une croissance potentielle supérieure, une augmentation de l'écart de production à 0,4 %. Le modèle MEE2 s'en tient dans une large mesure à l'évolution passée, si bien que l'écart de production s'inscrit en recul pour une croissance de la production qui est probablement surestimée.

Metodi di stima del potenziale: funzione di produzione o filtraggio? Un'analisi comparata applicata alla Svizzera

Riassunto

L'output potenziale di un'economia descrive il livello di attività in corrispondenza di un utilizzo dei fattori di produzione normale e non influente sull'inflazione. Le divergenze del PIL dal valore dell'output potenziale, che prendono il nome di output gap, rendono la posizione congiunturale dell'economia. Per la stima dell'output potenziale, non direttamente osservabile, si possono utilizzare vari metodi. In due studi precedenti sono stati discussi nel dettaglio e applicati alla situazione della Svizzera i seguenti approcci: (1) l'approccio della funzione di produzione, che deriva l'output potenziale da una funzione di produzione stimata sostituendo l'input di lavoro, soggetto a fluttuazioni cicliche, con il suo valore neutro dal punto di vista dell'inflazione; (2) il filtro HP, che calcola la tendenza potenziale dall'andamento del PIL utilizzando uno schema di livellamento statistico; (3) il modello state-space SS1, che estende la base di informazioni del filtro HP mettendo l'output gap in relazione con il tasso di disoccupazione, con il tasso di investimento e con l'inflazione; (4) il modello state-space SS2, che modifica il filtro HP in modo più sostanziale considerando l'output gap come un fattore che, attraverso l'attività di investimento, influenza la crescita potenziale.

Il presente studio mette a confronto questi approcci e giunge alle seguenti conclusioni.

Il filtro HP determina un output gap che in diversi periodi di tempo appare poco plausibile. In particolare negli anni '90 l'output gap, inizialmente leggermente negativo, si chiude rapidamente. Questo risultato non è coerente con il persistere di un tasso di disoccupazione elevato, con l'attività di investimento debole e con il calo dell'inflazione osservati in questo periodo. Entrambi i modelli state-space, che integrano nelle loro stime queste informazioni, evidenziano output gaps che permangono fortemente negativi per diversi anni. L'approccio della funzione di produzione giunge allo stesso risultato, dovuto al fatto che l'occupazione si trova al di sotto del livello neutro di inflazione, ma si discosta in modo abbastanza significativo dai modelli SS1 e SS2 in altri periodi di tempo. Queste differenze, che riguardano principalmente l'entità e meno i punti di svolta e il segno positivo o negativo dell'output gap, sono difficili da valutare a causa del carattere latente della produzione potenziale e dello stesso output gap.

Per quanto riguarda l'affidabilità statistica degli approcci, si possono trarre conclusioni chiare. Se si prende in considerazione una base dati estesa, l'output gap stimato fino a un certo momento utilizzando il filtro HP varia in media di un buon punto percentuale. L'instabilità del valore marginale rappresenta un elemento di disturbo che viene notevolmente ridotto nel caso dei modelli SS1 e SS2. Da questo punto di vista, anche l'approccio della funzione di produzione, seppur leggermente inferiore rispetto ai modelli SS1 e SS2, sarebbe da preferire rispetto al filtro HP.

Nell'ambito di studi previsionali, tutti i metodi richiedono un'ipotesi su come evolverà il PIL. Sulla base delle attuali previsioni congiunturali si presuppone una crescita moderata del PIL nel corso del periodo 2020-2021, mentre la crescita potenziale stimata tramite l'approccio della funzione di produzione si rivela inferiore rispetto al passato in virtù di ipotesi esplicite sulla demografia e sulla crescita della produttività. Ne consegue che l'output gap si estende in modo relativamente significativo arrivando a toccare quota 0,9%. Il modello SS1 e il filtro HP derivano l'andamento potenziale dalle previsioni relative al PIL. Ottenendo una crescita potenziale relativamente elevata, prevedono un aumento dell'output gap fino allo 0,4%. Per quanto riguarda la crescita potenziale, il modello SS2 si mantiene coerente con la tendenza storica, cosicché la crescita potenziale molto probabilmente viene sovrastimata e l'output gap diminuisce.

Methods of estimating potential output: production function or filter methods? A comparative assessment in application to Switzerland

Summary

The potential output of an economy is a measure for the level of activity that corresponds to a normal utilisation of the production factors. Actual GDP may be higher or lower, which – in terms of the so-called output gap – indicates the cyclical position of the economy. As potential output cannot be observed directly, it must be estimated. To this end, the following approaches were discussed and applied to Switzerland in two previous studies: (1) The production function approach derives potential output from an estimated production function by replacing the cyclically fluctuating labour input with its inflation-neutral level. (2) The HP filter determines potential output by extracting the trend from actual GDP using a statistical smoothing procedure. (3) The state-space model SS1 broadens the informational basis underlying the HP filter by mapping the unobserved output gap to the unemployment rate, the investment rate and inflation. (4) The state-space model SS2 modifies the HP filter more substantially by assuming that the output gap influences potential growth via investment activity.

This study compares these approaches and reaches the following conclusions.

The HP filter delivers implausible results in various time periods. This is particularly the case in the stagnation of the 1990s, where the output gap turns only slightly negative and closes at a time when unemployment is still increasing, investment activity is weak, and inflation is declining. The two state-space models, which incorporate this information, show output gaps that are significantly negative for several years. As employment is below the inflation-neutral level, the production function approach conveys the same picture of a persistent slack in the economy. In other time periods, however, the production function approach and the two state-space models differ quite strongly from each other. These differences, which primarily concern the size and only to a lesser extent the turning points and signs of the output gap, are difficult to assess due to the latent nature of potential output and the output gap.

Clear conclusions can be drawn regarding the statistical reliability of the approaches. The output gap estimated by the HP filter up to a certain point in time changes by a good percentage point on average when additional data points are included in the sample period. This disturbing end-point instability is considerably reduced in state-space models. According to this criterion, the production function approach is also preferable to the HP filter but subject to revisions that are somewhat more pronounced than in the state-space models.

When used for forecasting, all approaches must be complemented with a GDP forecast. Assuming a moderate recovery of GDP growth in 2020 and 2021, the production function approach shows an output gap that increases relatively strongly to 0.9 percent at the beginning of 2021 since potential growth falls short of the historical average mainly due an ageing population. In the SS1 model and the HP filter, potential growth dwindles more gradually, entailing an output gap that increases to 0.4 percent. The SS2 model – unaware of demographic factors as model SS1 – largely adheres to the historical experience regarding potential growth, implying that the output gap shrinks throughout the forecast period.

INHALT

1. Einleitung	1
2. Produktionsfunktionsansatz und Filtermethoden – kurz zusammengefasst	2
2.1 Produktionsfunktionsansatz	2
2.2 Filtermethoden	3
3. Dekomposition der BIP-Entwicklung in Potentialpfad und Output Gap	6
4. Randwert-Instabilität	11
5. Prognostische Verwendung	15
6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	21
Literaturhinweise	24

1. Einleitung

Unter dem Potentialoutput wird dasjenige gesamtwirtschaftliche Aktivitätsniveau verstanden, das einer inflationsneutralen Normalauslastung der Produktionsfaktoren entspricht. Dem Potentialoutput kommt in makroökonomischen Analysen eine zentrale Rolle zu. So wird z.B. die aktuelle *Konjunkturlage* häufig anhand der Abweichung des BIP vom Potentialoutput, dem sogenannten *Output Gap*, charakterisiert. Während bei negativem Output Gap ein über dem Potentialwachstum liegendes BIP-Wachstum erwünscht ist, weil sich dadurch die Unterauslastung der Wirtschaft vermindert, kann ein gleich starkes BIP-Wachstum in eine inflationäre Überhitzung münden, wenn der Output Gap bereits positiv ist. Auch *finanzpolitisch* sind die Konzepte von Potentialoutput und Output Gap von grosser Bedeutung. So wird z.B. im Rahmen der *Schuldenbremse* der zulässige Ausgabenplafond bei der Budgetplanung so festgelegt, dass er den auf ein konjunkturelles Normalniveau umgerechneten Staatseinnahmen entspricht. Der dabei verwendete "Konjunkturfaktor" leitet sich aus dem Output Gap ab. Für die Beurteilung der Nachhaltigkeit der Sozialversicherungssysteme sind zuverlässige Vorstellungen über das langfristige Potentialwachstum unabdingbar.

Der Nützlichkeit dieser Konzepte steht der Umstand entgegen, dass der Potentialoutput und der Output Gap nicht beobachtbar sind, sondern geschätzt werden müssen. Die Methoden der Potentialschätzung lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- *Strukturelle* Methoden, die den Potentialoutput mithilfe einer *Produktionsfunktion* bestimmen, indem die Inputfaktoren ihren inflationsneutralen Niveaus gleichgesetzt und für Potentialprognosen in die Zukunft projiziert werden.
- *Zeitreihenanalytische* Filteransätze, welche die historische Entwicklung des BIP rein statistisch oder mit teilweisem Rückgriff auf ökonomische Zusammenhänge in den Potentialpfad und den Output Gap (Abweichungen des BIP vom Potentialpfad) aufspalten.

In zwei früheren Studien wurde Produktionsfunktionsansatz (Stalder 2020a) bzw. der Filteransatz (Stalder 2020b) eingehend erläutert und auf die Schweiz angewandt. Die Untersuchung zu den Filterverfahren befasste sich mit dem HP-Filter und zwei Versionen von multivariaten State-Space-Modellen. Auf Quervergleiche mit dem Produktionsfunktionsansatz wurde dabei weitgehend verzichtet. Dies soll in dieser dritten Studie nachgeholt werden.

Im nächsten Abschnitt werden die Grundzüge der Methoden der Potentialschätzung in knapper Form rekapituliert. Abschnitt 3 vergleicht die Verfahren hinsichtlich der historischen Aufspaltung der BIP-Entwicklung in den Potentialpfad und den Output Gap und erklärt, worauf die festgestellten Unterschiede zurückzuführen sind. Abschnitt 4 zeigt, in welchem Ausmass die Ansätze vom Problem der Randwert-Instabilität betroffen sind. Abschnitt 5 befasst sich mit der Frage, inwieweit die verschiedenen Verfahren zur Erstellung von Prognosen des Potentialoutput und des Output Gap geeignet sind. Abschnitt 6 fasst die Ergebnisse zusammen und zieht Schlussfolgerungen.

2. Produktionsfunktionsansatz und Filtermethoden – kurz zusammengefasst

2.1 Produktionsfunktionsansatz

Dem in Stalder (2020a) eingehend diskutierten Produktionsfunktionsansatz liegt die Schätzung einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutralem technischem Fortschritt auf Quartalsbasis zugrunde:

$$Y_t = (L_t E_t)^\alpha K_t^{(1-\alpha)} PIG_t^\gamma e^{RES_t} \quad (1)$$

Der Output Y_t des Produktionsprozesses wird mit dem realen BIP gemessen. Er ist eine Funktion der beiden Inputfaktoren Arbeit L_t und Kapital K_t . Bei L_t handelt es sich um das Total der pro Quartal geleisteten Arbeitsstunden. K_t entspricht dem gesamten nichtfinanziellen Kapitalstock der Schweiz exklusive Wohnbauten. PIG_t ist der Anteil der "kapazitätsrestringierten" Firmen.¹ Mit dieser Variablen wird für die zyklisch schwankende Auslastung der Inputfaktoren kontrolliert. Mit RES_t sind die Gleichungsresiduen bezeichnet. Für die nicht direkt beobachtbare Arbeitseffizienz E_t wird der Term

$$E_t = E_0 e^{\theta_1 t_{80} + \theta_2 t_{95} + \theta_3 t_{08}} \quad (2)$$

substituiert. Die drei zu unterschiedlichen Zeitpunkten einsetzenden Zeittrends implizieren, dass das Wachstum der Arbeitseffizienz Mitte der 1990er Jahre von 0.7 Prozent auf 1.5 Prozent anstieg und ab Ende 2008 auf 1.1 Prozent zurückfiel (annualisiert).

Der Potentialoutput YP_t lässt sich aus (1) ableiten, indem die Residuen RES_t auf null gesetzt werden, für das Arbeitsvolumen L_t sein inflationsneutrales Niveau \tilde{L}_t substituiert wird und PIG_t auf dem Mittelwert \overline{PIG} konstant gehalten wird:

$$YP_t = (\tilde{L}_t E_t)^\alpha K_t^{(1-\alpha)} \overline{PIG}^\gamma \quad (3)$$

Ausgangspunkt der Berechnungen des inflationsneutralen Arbeitsvolumens \tilde{L}_t ist die folgende Definitionsgleichung für das tatsächliche, in (1) erscheinende Arbeitsvolumen L :

$$L = POP \cdot PRATE \cdot (1 - URATE) \cdot HOURS \quad (4)$$

POP ist die ständige Wohnbevölkerung der 15-jährigen und älteren Personen, $PRATE$ deren durchschnittliche Partizipationsrate, $URATE$ die Erwerbslosenquote gemäss ILO-Standard und $HOURS$ die durchschnittliche Arbeitszeit pro Quartal.²

Für die Bestimmung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens \tilde{L} werden in (4) die folgenden Substitutionen vorgenommen:

$$\tilde{L} = POP \cdot \overline{PRATE} \cdot (1 - \overline{URATE}) \cdot \overline{HOURS} \quad (5)$$

Bei \overline{URATE} handelt es sich um die Arbeitslosenquote, die mit einer konstanten Lohninflation vereinbar ist. Sie wird anhand einer in ein State-Space-Modell eingebetteten Phillips-Kurve berechnet. \overline{PRATE} und \overline{HOURS} werden mit dem HP-Filter aus $PRATE$ und $HOURS$ extrahiert. Der zyklisch schwankende

¹ Der Anteil PIG der kapazitätsrestringierten Firmen ist aus dem Antwortanteil der Firmen abgeleitet, die ihre Produktionskapazität in der KOF-Industrienumfrage als "zu klein" bezeichnen.

² Die Gleichung gilt definitorisch, weil $PRATE$ bei gegebenen Werten von L , POP , $URATE$ und $HOURS$ residual aus der Gleichung abgeleitet wird.

tatsächliche Arbeitseinsatz L_t liegt in inflationären Hochkonjunktursituationen über und in deflationären Rezessionen unter dem gemäss (5) berechneten inflationsneutralen Arbeitsvolumen \tilde{L}_t .

Der Output Gap ist durch die relativen Abweichungen von Y_t gegenüber YP_t gegeben:

$$GAP_t = (Y_t - YP_t)/YP_t = Y_t/YP_t - 1 \cong \log(Y_t/YP_t) \quad (4)$$

Wie ein Vergleich von (1) mit (3) zeigt, besteht die Differenz $Y_t - YP_t$ definitionsgemäss aus drei Komponenten, nämlich den Abweichungen von L_t gegenüber \tilde{L}_t , den Abweichungen von PIG_t gegenüber dem Mittelwert \overline{PIG} und den Gleichungsresiduen RES_t . Ein unter dem inflationsneutralen Niveau \tilde{L}_t liegender Arbeitsinput L_t , ein unterdurchschnittliches PIG_t und negative Gleichungsresiduen implizieren, dass die tatsächliche Produktion Y_t vom Potentialniveau YP_t nach unten abweicht, also Inflationsneutral mehr hätte produziert werden können und der Output Gap somit negativ ist.

2.2 Filtermethoden

Die Filtermethoden wurden in Stalder (2020b) in Form des folgenden State-Space-Modells spezifiziert:

State-Space-Modell SS1

$$yp_t = y_{p,t-1} + g_{t-1} \quad (S1)$$

$$g_t = g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad \varepsilon_t^g \sim N(0, \sigma_g^2) \quad \sigma_g^2 = e^{\theta_1} \quad (S2)$$

$$y_t = y_{p,t} + \varepsilon_t^y \quad \varepsilon_t^y \sim N(0, \sigma_y^2) \quad \sigma_y^2 = \lambda \sigma_g^2 \quad (B1)$$

$$gap_t = \varepsilon_t^y \quad (R)$$

$$duc_t = \beta_1 + \beta_2 gap_t + \varepsilon_t^{duc} \quad \varepsilon_t^{duc} \sim N(0, \sigma_{duc}^2) \quad \sigma_{duc}^2 = e^{\theta_2} \quad (B2)$$

$$ur_t = \beta_3 + \beta_4 gap_t + \varepsilon_t^{ur} \quad \varepsilon_t^{ur} \sim N(0, \sigma_{ur}^2) \quad \sigma_{ur}^2 = e^{\theta_3} \quad (B3)$$

$$p_t = \beta_5 + \beta_6 p_{t-4} + \beta_7 t + \beta_8 gap_t + \varepsilon_t^p \quad \varepsilon_t^p \sim N(0, \sigma_p^2) \quad \sigma_p^2 = e^{\theta_4} \quad (B4)$$

$$ir_t = \beta_9 + \beta_{10} t + \beta_{11} gap_t + \varepsilon_t^{ir} \quad \varepsilon_t^{ir} \sim N(0, \sigma_{ir}^2) \quad \sigma_{ir}^2 = e^{\theta_5} \quad (B5)$$

Die ersten vier Gleichungen repräsentieren den *HP-Filter* in State-Space-Darstellung. Die State-Gleichung S1 bestimmt den Potentialoutput yp_t . Dessen Wachstumsrate g_t ist in Gleichung S2 als Random-Walk modelliert; je nach der Realisation des Schockterms ε_t^g wird g_t gegenüber der Vorperiode nach oben oder nach unten ausgelenkt. Die Beobachtungsgleichung B1 verknüpft den latenten Potentialoutput yp_t mit y_t , dem logarithmierten BIP. Der Fehlerterm ε_t^y entspricht dem Output Gap. Gleichung R ist eigentlich redundant; sie dient lediglich dazu, den Output Gap explizit im Modell erscheinen zu lassen. Die Restriktion $\sigma_y^2 = \lambda \sigma_g^2$ besagt, dass die Varianz des Output Gap um den Faktor λ ($= 1600$) mal grösser sein soll als die Varianz des Potentialwachstums. Unter dieser Restriktion enthält der HP-Filter als einzigen unbekanntem Parameter Varianz des Potentialwachstums, die in der Form $\sigma_g^2 = e^{\theta_1}$ geschätzt wird. In diese Schätzung geht als einzige Beobachtungsreihe das logarithmierte BIP (y_t) ein.

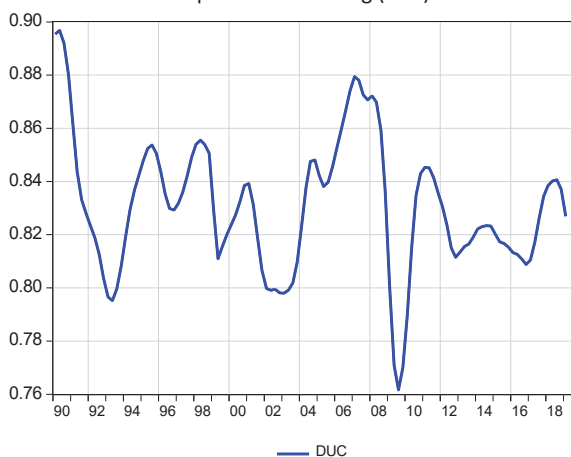
Die *multivariaten Erweiterungen* bestehen darin, den latenten Output Gap gap_t in den Gleichungen B2 bis B5 auf weitere beobachtbare Variablen abzubilden. Bei diesen konditionierenden Variablen handelt

es sich um die industrielle Kapazitätsauslastung duc_t (KOF-Umfrage), die Arbeitslosenquote ur_t , die Inflationsrate p_t und die Investitionsquote ir_t . Für ur_t , p_t und ir_t kommen unterschiedliche Messreihen in Betracht (Grafik 1).

Grafik 1: In Betracht gezogene Messreihen des State-Space-Modells

Gleichung B2: Kapazitätsauslastung

DUC: Industrielle Kapazitätsauslastung (KOF)



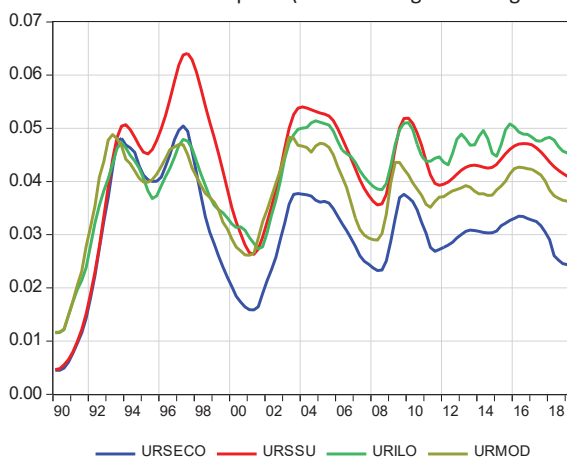
Gleichung B3: Arbeitslosenquote

URSECO: Arbeitslosenquote (SECO)

URSSU: Quote der Stellensuchenden (SECO)

URILO: Erwerbslosenquote ILO-Standard (BFS)

URMOD: Arbeitslosenquote (Rekrutierungsschwierigkeiten)

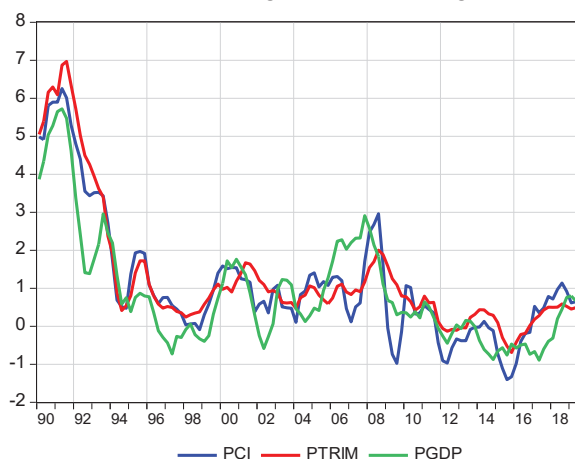


Gleichung B4: Vorjahresteuering

PCI Konsumteuerung (LIK)

PTRIM getrimmtes Mittel LIK (SNB)

PGDP am BIP-Deflator gemessene Teuerung

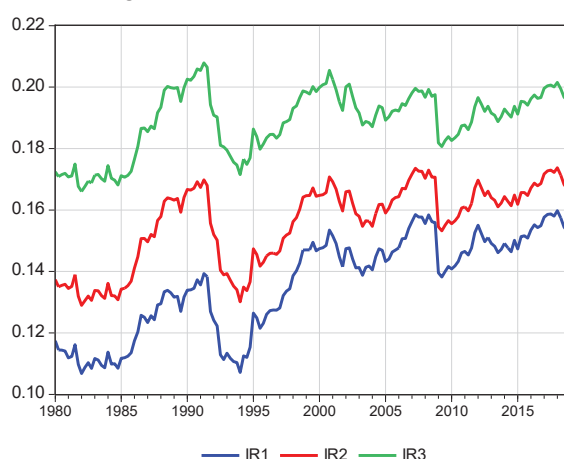


Gleichung B5: Investitionsquoten (Anteile am BIP)

IR1: Ausrüstungsinvestitionen

IR2: Ausrüstungs- und gewerbliche Bauinvestitionen

IR3: Anlageinvestitionen ohne Wohnbau



In Stalder (2020b) wurden anhand rollender Schätzungen des Modells (sukzessive Ausweitung der Stützbereichs) die "root-mean-square errors" des Output Gap berechnet. Sie drücken aus, in welchem Ausmass der Output Gap am aktuellen Rand T nachträglich revidiert wird, wenn Beobachtungswerte für $T+1$, $T+2$, ... verfügbar werden. Diese sogenannte Randwert-Instabilität wird durch die Konditionierungen gegenüber dem HP-Filter deutlich reduziert. Dabei zeigt sich, dass die Arbeitslosenquote am besten über

eine inverse Transformation aus dem Anteil der Unternehmungen abgeleitet wird, die gemäss Beschäftigungsstatistik des BFS mit "Rekrutierungsschwierigkeiten" konfrontiert sind (URMOD). Die Inflation wird am besten mit der LIK-Teuerung gemessen (PCI), und für die Investitionsquote eignet sich am besten der Anteil der gesamten Anlageinvestitionen ohne Wohnbau am BIP (IR3). Von den vier Konditionierungen des Output Gap kommt der Gleichung B3 die grösste Bedeutung zu, d.h. der aus dem Modell SS1 resultierende Output Gap ist am stärksten durch die Arbeitslosenquote geprägt. Eher ungeeignet zur Konditionierung des Output Gap ist die industrielle Kapazitätsauslastung, was mit den Abweichungen der Industriekonjunktur von der gesamtwirtschaftlichen Konjunktur zu erklären ist.

Das Modell SS1 unterscheidet sich vom HP-Filter einzig durch die Konditionierung des Output Gap auf die zusätzliche Beobachtungsvariablen in den Gleichungen B2 bis B5. Grundlegender vom HP-Filter unterscheidet sich eine in Stalder (2020b) präsentierte Modellvariante, in der die State-Gleichung S2 für das Potentialwachstum ("random walk") durch einen vom Output Gap getriebenen AR(2)-Prozess ersetzt wird:

$$g_t = \gamma_1 + \gamma_2 g_{t-1} + \gamma_3 g_{t-2} + \gamma_4 gap_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad S2'$$

Hinter dieser "strukturellen" Modifikation des Modells steht die Vorstellung, dass der Output Gap über die Investitionstätigkeit der Unternehmungen das Potentialwachstum beeinflusst ($\gamma_4 > 0$). Dieses Modell wird mit SS2 bezeichnet. Die Schätzung zeigt, dass $\gamma_2 > 1$ und $\gamma_2 + \gamma_3 < 1$. Dies impliziert, dass sich die Wirkung des Output Gap auf das Potentialwachstum zunächst über mehrere Quartale verstärkt, bevor sie sich längerfristig wieder abbaut. In diesem Modell eignet sich die enger definierte Investitionsquote IR1 (Anteil der Ausrüstungsinvestitionen am BIP) besser zur Konditionierung der Output Gap in Gleichung B5. Des Weiteren wird die im Modell SS1 nur schwach konditionierende Kapazitätsauslastung völlig bedeutungslos, so dass Gleichung B2 besser aus dem Modell entfernt wird.

Im Folgenden stehen somit vier Ansätze zur Bestimmung des Potentialoutput und des Output Gap zur Diskussion:

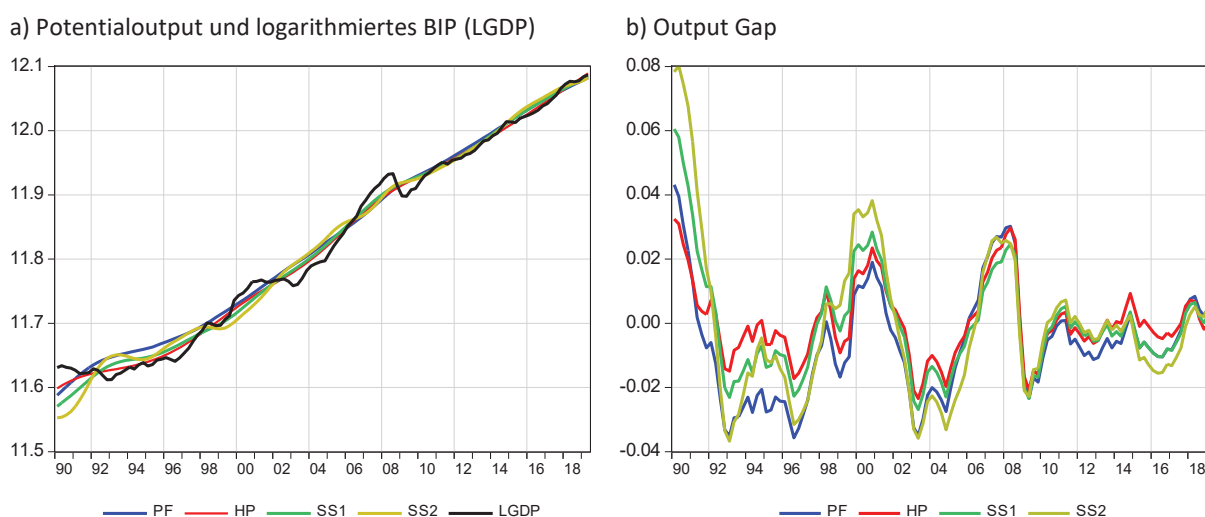
- Produktionsfunktionsansatz: Gleichungen (1) bis (4)
- HP-Filter: Gleichungen S1, S2, B1 und R
- State-Space-Modell SS1: Gleichungen S1 bis B5
- State-Space-Modell SS2: Gleichungen S1 bis B5 ohne B2, S2 durch S2' ersetzt

In einem nächsten Schritt wird gezeigt, wie stark sich vier Ansätze hinsichtlich der historischen Dekomposition der BIP-Entwicklung in den Potentialoutput und den Output Gap voneinander unterscheiden, und wodurch diese Abweichungen bedingt sind.

3. Dekomposition der BIP-Entwicklung in Potentialpfad und Output Gap

Grafik 2 zeigt die aus dem Produktionsfunktionsansatz, dem HP-Filter und den Modellen SS1 und SS2 resultierenden Verläufe von Potentialoutput und Output Gap im Zeitraum 1990q1-2019q2. Die vier Ansätze unterscheiden sich zwar nicht fundamental, in verschiedenen Zeitabschnitten ergeben sich aber doch recht deutliche Abweichungen. Über den ganzen Schätzzeitraum betrachtet weist der Output Gap im Modell SS2 die grösste Schwankungsbreite auf (Standardabweichung 2.3 Prozent), gefolgt vom Modell SS1, dem Produktionsfunktionsansatz (1.7 Prozent) und dem HP-Filter (1.2 Prozent). Besonders ausgeprägt sind die Unterschiede in den 1990er Jahren, wo der HP-Gap nach anfänglich negativen Werten trotz anhaltend schwachem BIP-Wachstum rasch wieder praktisch geschlossen ist, während die Modelle SS1 und SS2 und der Produktionsfunktionsansatz bis 1997 deutlich negative Output Gaps anzeigen.³

Grafik 2: Potentialoutput und Output Gap gemäss Produktionsfunktionsansatz (PF), HP-Filter (HP) und den State-Space-Modellen SS1 und SS2



Betrachten wir zunächst die Abweichungen der beiden State-Space-Modelle SS1 und SS2 vom HP-Filter. Der HP-Filter verwendet zur Berechnung des Potentialpfades und des Output Gap als einzige Beobachtungsreihe das BIP. In stilisierten Simulationsexperimenten lässt sich zeigen, dass der HP-Trend nach einem permanenten Niveau-Shift des BIP innerhalb von 15 Quartalen zum höheren oder tieferen BIP

³ In der Studie zum Produktionsfunktionsansatz (Stalder 2020a) wurde für das BIP die offizielle, nicht "Sportevent"-bereinigte Reihe verwendet. Der sogenannte Sportevent-Effekt resultiert daraus, dass internationale Sportveranstaltungen (Fussball WM und EM, Olympische Spiele) bei den in der Schweiz ansässigen Sportverbänden in jeweils geraden Jahren zu einer erhöhten Wertschöpfung führen. Das SECO publiziert neben den offiziellen BIP-Zahlen eine um diesen Effekt bereinigte Reihe. Sie wurde in Stalder (2020b) zur Schätzung des HP-Filters und der Modelle SS1 und SS2 verwendet. In dieser Studie wird aus Gründen der Vergleichbarkeit auch dem Produktionsfunktionsansatz die Sportevent-bereinigte BIP-Reihe zugrundegelegt. Dies bleibt praktisch ohne Einfluss auf die Potentialschätzung, hat aber ab 2004 etwas tiefere Spitzenwerte des Output Gap zur Folge. Die grösste diesbezüglich Differenz ist im 2. Quartal 2018 zu verzeichnen. Der in Grafik 2b gezeigte Spitzenwert von 0.8 Prozent beträgt bei Verwendung der nicht-bereinigten BIP-Reihe 1.5 Prozent.

konvergiert, der Output Gap also wieder geschlossen ist.⁴ Dass es beim HP-Filter zu länger anhaltenden Perioden mit positivem oder negativem Output Gap kommt, ist somit konstruktionsbedingt sehr unwahrscheinlich. Die Modelle SS1 und SS2 enthalten den HP-Filter als Spezialfall. Das Modell SS1 würde auf den HP-Filter zurückfallen, wenn die Fehlervarianzen der Beobachtungsgleichungen B2 bis B5 sehr gross wären. Im Modell SS2 müssten zusätzlich die Parameterrestriktionen $\gamma_1 = 0$, $\gamma_2 = 1$, $\gamma_3 = 0$ und $\gamma_4 = 0$ zulässig sein. Da beides ist nicht der Fall ist, resultiert aus diesen Modellen eine vom HP-Filter abweichende Dekomposition der BIP-Entwicklung in Potentialpfad und Output Gap. Die Unterschiede treten besonders stark in der Stagnationsphase der 1990er Jahre und dem nachfolgenden Konjunkturaufschwung sowie in etwas geringerem Ausmass nach der Aufhebung des Mindestkurses in den Jahren 2015 und 2016 zutage.

Um den Einfluss der Konditionierung klarer aufzuzeigen, sind in den Grafiken 3 und 4 die Abweichungen des Output Gap der Modelle SS1 bzw. SS2 vom HP-Gap den "Signalen" gegenübergestellt, die von der Arbeitslosenquote und der Investitionsquote ausgehen.⁵ Wie Grafik 3 zeigt, wird der Output Gap in den Modellen SS1 und SS2 von der anhaltend hohen Arbeitslosenquote Mitte der 1990er Jahre gegenüber dem HP-Gap nach unten und im nachfolgenden Konjunkturaufschwung durch den deutlichen Rückgang der Arbeitslosenquote nach oben verschoben. In dieser Phase wird das von der Arbeitslosenquote ausgehende Signal von der Investitionsquote unterstützt (Grafik 4). Dies ist nach der Aufhebung des Mindestkurses nicht mehr der Fall. Die erhöhte Investitionsquote würde den Output Gap nach oben treiben, dieses Signal vermag sich jedoch gegenüber dem gegenläufigen Signal der ansteigenden Arbeitslosenquote nicht durchzusetzen. Den beiden anderen Beobachtungsreihen (Inflationsrate, industrielle Kapazitätsauslastung) wirken nur schwach konditionierend. Dies äussert sich in der Schätzung der Modelle SS1 und SS2 in relativ grossen Fehlervarianzen der Gleichungen B2 und B4.

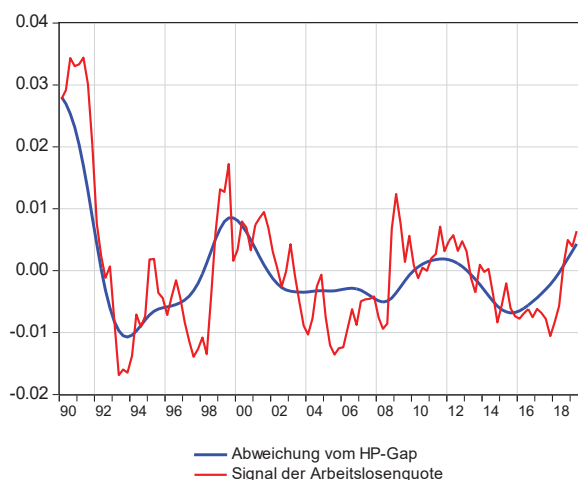
Was in Grafik 2b weiter auffällt, sind die vergleichsweise starken Ausschläge des Output Gap im Modell SS2. Dies mag auf den ersten Blick erstaunen, denn man könnte erwarten, dass der Einfluss des Output Gap auf das Potentialwachstum in Gleichung S2' starken Schwankungen des Output Gap entgegenwirkt. Effektiv ist jedoch das Gegenteil der Fall. Dies ist auf die verzögerte Reaktion des Potentialwachstums auf den Output Gap zurückzuführen. Wie in Stalder (2020b) gezeigt, erreicht die Wirkung des Output Gap auf das Potentialwachstum nach sieben Quartalen ihr Maximum. Dies kann nach konjunkturellen Tiefpunkten zur Folge haben, dass ein anhaltend schwaches Potentialwachstum mit bereits wieder anziehenden BIP-Wachstumsraten zusammentrifft, was den Output Gap rasch nach oben treibt. Dieses Phänomen ist insbesondere um die Jahrtausendwende zu beobachten. Nach der Aufhebung des Mindestkurses im Jahr 2015 tritt es in umgekehrter Richtung in Erscheinung, indem ein zunächst noch hohes Potentialwachstum mit rückläufigen BIP-Wachstumsraten zusammentrifft, was den Output Gap vergleichsweise stark in den Negativbereich fallen lässt.

⁴ Dies geht auch aus dem in Stalder (2020b) auf Seite 6 abgebildeten Gewichtungsschema des HP-Filters hervor. Der HP-Trend ist von Originalwerten, die weiter als 15 Quartale zurückliegen, praktisch unbeeinflusst.

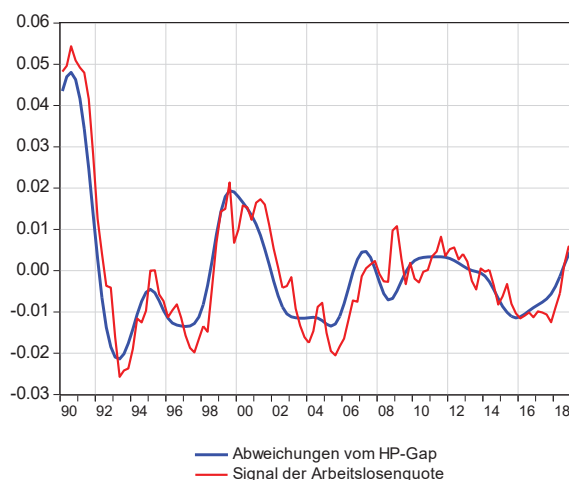
⁵ Die von den einzelnen Beobachtungsreihen ausgehenden Signale erhält man, indem man die Gleichungen B2 bis B5 ohne Fehlerterm nach gap_t auflöst.

Grafik 3: Abweichungen vom HP-Gap und von der Arbeitslosenquote ausgehendes Signal

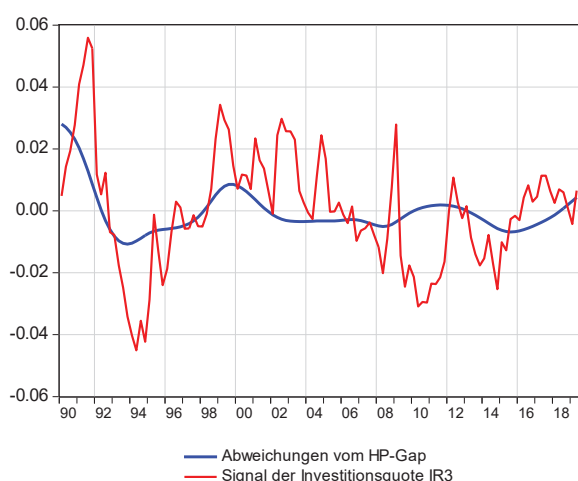
Modell SS1



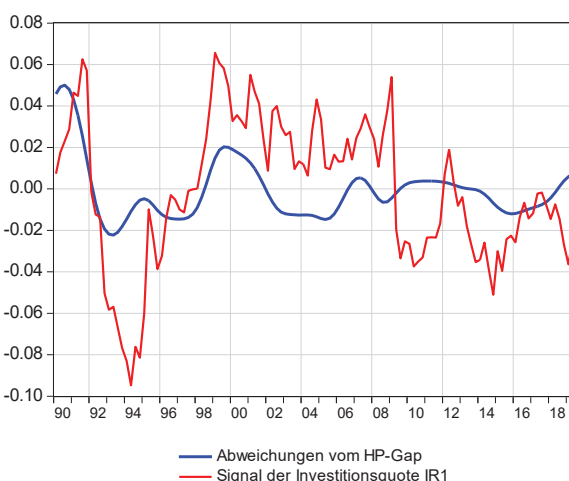
Modell SS2

**Grafik 4: Abweichungen vom HP-Gap und von der Investitionsquote ausgehendes Signal**

Modell SS1



Modell SS2



Der HP-Filter und die Modelle SS1 und SS2 können als "nested models" bezeichnet werden: SS2 wird unter der Restriktion $\gamma_1 = 0$, $\gamma_2 = 1$, $\gamma_3 = 0$ und $\gamma_4 = 0$ zu SS1, und SS1 wird ohne die Beobachtungsgleichungen B2 bis B5 (bzw. für sehr grosse Fehlervarianzen dieser Gleichungen) zum HP-Filter. Der Produktionsfunktionsansatz ist grundlegend anders konzipiert. Er bezieht aber zum Teil ähnliche Informationen ein wie die Modelle SS1 und SS2. So ist das inflationsneutrale Arbeitsvolumen \tilde{L}_t anhand einer Phillips-Kurven-Schätzung derart festgelegt, dass die auf \tilde{L}_t bezogene Arbeitslosenquote mit einer stabilen Lohninflation kompatibel ist. Wenn also der tatsächliche Arbeitseinsatz L_t über (unter) \tilde{L}_t liegt, so entspricht dies einer Arbeitslosenquote, die unter (über) ihrem inflationsneutralen Niveau liegt. Des Weiteren ist die Variable PIG_t , die in der Schätzung der Produktionsfunktion die zyklisch schwankende Auslastung der Inputfaktoren auffängt, eng mit der (allerdings nur schwach) konditionierenden Variablen duc_t in den Modellen SS1 und SS2 korreliert. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass der Produktions-

funktionsansatz den Output Gap phasenweise – um die Mitte der 1990er Jahre, in den Jahren 2003 und 2004 sowie nach der Aufhebung des Mindestkurses – in ähnlicher Weise vom HP-Gap abweichen lässt wie die Modelle SS1 und SS2 (Grafik 2b).

Wie vorstehend erwähnt, besteht der Output Gap im Produktionsfunktionsansatz aus drei Komponenten, nämlich den Abweichungen von L_t gegenüber \tilde{L}_t (Labor Gap), den Abweichungen von PIG_t gegenüber dem Mittelwert \overline{PIG} und den Gleichungsresiduen RES_t . Wie Grafik 5 zeigt, ist der Output Gap stark durch die meist gleichgerichteten Abweichungen $PIG_t - \overline{PIG}$ und $L_t - \tilde{L}_t$ geprägt. Der Beitrag der Residuen ist eher erratisch, was darauf zurückzuführen ist, dass die zyklisch schwankende Auslastung der Inputfaktoren in der Schätzung der Produktionsfunktion von PIG_t aufgefangen wird.⁶ Dass der Output Gap in den 1990er Jahren langanhaltend negativ ist, ist zu ungefähr gleichen Teilen den unterdurchschnittlichen Werten von PIG_t und dem unter dem inflationsneutralen Niveau \tilde{L}_t liegenden Arbeitseinsatz L_t zuzuschreiben. Die Umkehr des Output Gap zu positiven Werten um die Jahrtausendwende ist vor allem darauf zurückzuführen, dass L_t über \tilde{L}_t ansteigt. Für das Eintauchen des Output Gap zu negativen Werten in den Jahren 2003 bis 2005 ist in erster Linie der Rückgang von PIG_t verantwortlich. An den Ausschlägen des Output Gap vor der Finanzkrise von 2008 nach oben und dann nach unten sind beide Komponenten beteiligt. Nach der Aufhebung des Mindestkurses liegt L_t über \tilde{L}_t , PIG_t aber unter \overline{PIG} . Diese zweite Komponente überwiegt, so dass der Output Gap leicht negativ wird. Auch am Ende des Beobachtungszeitraums beeinflussen diese beiden Komponenten den Output Gap in unterschiedlichen Richtungen. Wiederum dominiert die positive Differenz $PIG_t - \overline{PIG}$, so dass der Output Gap leicht positiv wird.

Ein Vergleich von Grafik 5 mit Grafik 3 macht deutlich, dass das Signal, das in den State-Space-Modellen von der Arbeitslosigkeit ausgeht, ziemlich eng mit der Differenz $L_t - \tilde{L}_t$ im Produktionsfunktionsansatz korreliert. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass der Output Gap in den State-Space-Modellen und dem Produktionsfunktionsansatz teilweise in ähnlicher Weise vom HP-Gap abweicht. Diese Abweichungen sind allerdings – wie Grafik 2b zeigt – weit davon entfernt, identisch zu sein. Die Korrelation zwischen den Abweichungen des Produktionsfunktionsansatzes vom HP-Gap und den Abweichungen der Modelle SS1 und SS2 vom HP-Gap beträgt nur 0.51 bzw. 0.55. Tabelle 1 zeigt die Korrelation zwischen den vier Output Gaps. Am engsten sind die Output Gaps der beiden State-Space-Modellen miteinander korreliert (0.982). Am schwächsten ist die Korrelation zwischen dem Output Gap des Produktionsfunktionsansatzes und dem Output Gap des Modells SS2 (0.872).

Die Frage, welcher der vier Ansätze die Realität am besten abbildet, ist schwierig zu beantworten. Während bei Prognosemodellen anhand einer Gegenüberstellung von "out-of-sample"-Prognosen mit tatsächlichen Realisationen klar zwischen konkurrierenden Ansätzen diskriminiert werden kann, scheitert eine stringente Evaluation des Produktionsfunktionsansatzes und der Filtermethoden daran, dass der Potentialoutput und der Output Gap nicht beobachtbar sind. Die Schätzung dieser Größen einzig auf die beobachtete BIP-Entwicklung abzustützen, wie dies der HP-Filter tut, ist aber kaum die beste Lösung. Dies zeigt sich besonders deutlich in der langanhaltenden Stagnation der 1990er Jahre, wo sich der HP-Gap

⁶ Schätzt man die Produktionsfunktion ohne diese Kontrollvariable, so schlägt sich die zyklisch schwankende Auslastung der Inputfaktoren in viel stärker autokorrelierten Residuen nieder. Sie würden in diesem Fall ungefähr der Summe von $PIG_t - \overline{PIG}$ und RES_t entsprechen.

nach anfänglich negativen Werten rasch wieder schliesst. Die hinter diesem Ergebnis stehende relativ rasche Tendenz des HP-Trends zum beobachteten BIP ist rein statistisch bedingt. Insbesondere die hohe Arbeitslosigkeit, die schwache Investitionstätigkeit und die rückläufige Inflation sprechen dagegen, dass der Output Gap Mitte der 1990er Jahre bereits wieder geschlossen ist. Kleinere Unterschiede zwischen den verschiedenen Ansätzen, wie sie seit 2010 zu beobachten sind, bewegen sich hingegen im Unsicherheitsbereich der Schätzungen. Ob z.B. am Ende des Beobachtungszeitraums (2019q2) ein leicht negativer oder ein leicht positiver Output Gap plausibler ist, ist kaum zu entscheiden.

Grafik 5: Output Gap gemäss Produktionsfunktionsansatz und Beitrag der Komponenten

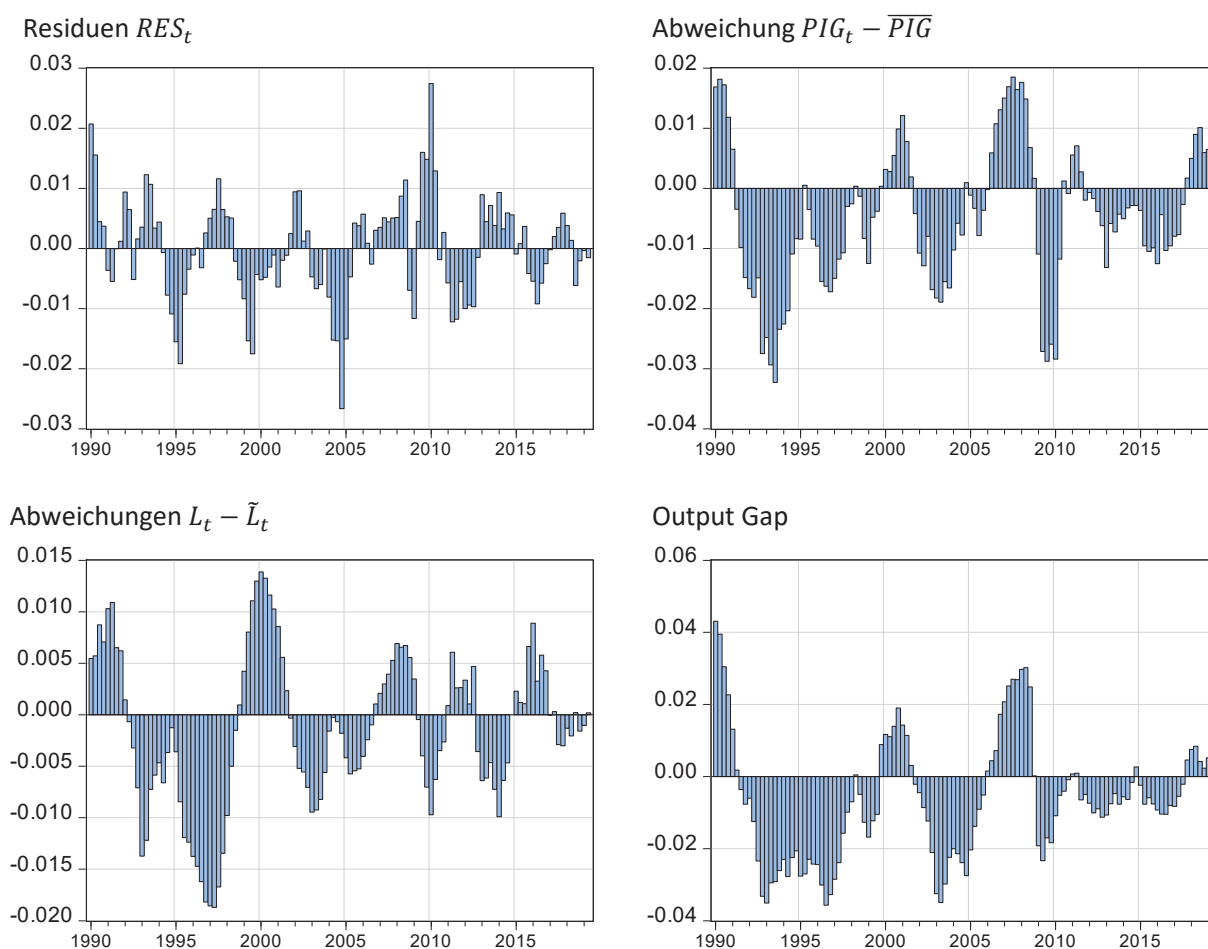


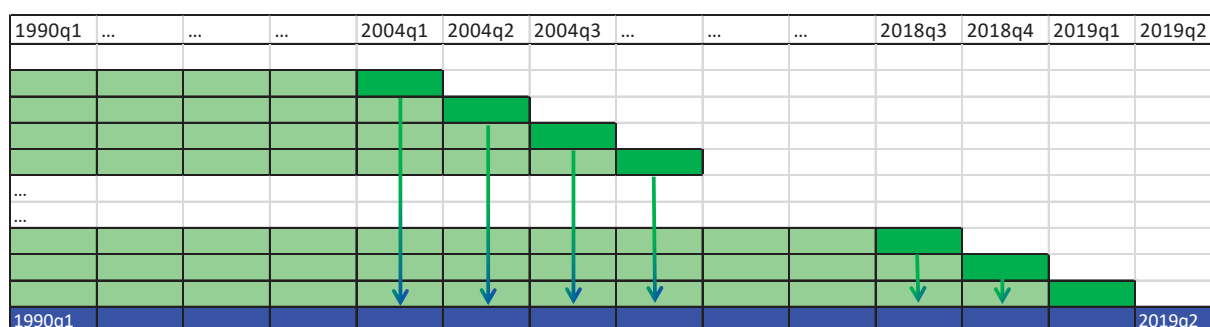
Tabelle 1: Korrelation der Output Gaps

	Produktions- funktion	Modell SS1	Modell SS2	HP-Filter
Produktionsfunktion	1.000	0.903	0.872	0.919
Modell SS1	0.903	1.000	0.982	0.923
Modell SS2	0.872	0.982	1.000	0.873
HP-Filter	0.919	0.923	0.873	1.000

4. Randwert-Instabilität

Ein anderes Kriterium zur Beurteilung der verschiedenen Verfahren bezieht sich auf die statische bedingte Schätzunsicherheit. Um die diesbezüglichen Unterschiede aufzuzeigen, wurden in Stalder (2020a, 2020b) die Stützbereiche der Schätzungen "rollend" nach dem folgenden Schema erweitert.

Schema der "rollenden" Schätzungen



Ausgehend von einer ersten Schätzung über den Stützbereich 1990q1 bis 2004q1 wird die Datenbasis schrittweise um je ein Quartal verlängert, bis zum vollen Stützbereich 1990q1-2019q2. Somit gibt es für jede Schätzung einen Randwert (grün), der sich bis zur "definitiven", auf dem vollen Stützbereich basierten Schätzung (blau) mehr oder weniger stark verändert. Man versetzt sich also gewissermassen in frühere Zeitperioden zurück und fragt sich, wie die Situation anhand der damals verfügbaren Daten eingeschätzt worden wäre; in der nachträglichen Korrektur dieser Randwerte zeigt sich die sogenannte Randwert-Instabilität. Die bis zum jeweiligen Datenrand berechneten Verläufe des Potentialoutput, des Potentialwachstums und des Output Gap sind in Grafik 6 grün und die definitiven Verläufe blau eingetragen. Als zusammenfassendes Mass der Abweichungen der Endpunkte der grünen Linie von der blauen definitiven Schätzung werden "root-mean-square errors" (RMSE) berechnet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Schätzunsicherheit HP-Filter, Modelle SS1 und SS2 und Produktionsfunktionsansatz

RMSE: Rollende Schätzungen (1990q1-2004q, 1990q1-2004q2, ... 1990q1-2019q2)⁷

STDEV: Standardabweichungen 1990q1-2019q2

"R-Quadrat" = $1 - \text{RMSE}^2/\text{STDEV}^2$

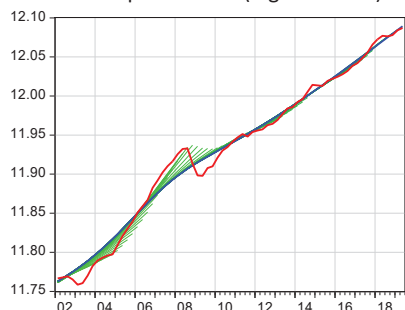
		RMSE	STDEV	RMSE/STDEV	"R-Quadrat"
HP-Filter	Output Gap	0.01078	0.01051	1.02616	-0.05302
	Potentialwachstum	0.00160	0.00178	0.89965	0.19081
Modell SS1	Output Gap	0.00467	0.01656	0.28222	0.92036
	Potentialwachstum	0.00111	0.00138	0.80002	0.36046
Modell SS2	Output Gap	0.00434	0.02372	0.18305	0.96650
	Potentialwachstum	0.00169	0.00286	0.59170	0.64991
Produktionsfunktionsansatz	Output Gap	0.00640	0.01709	0.37436	0.85986
	Potentialwachstum	0.00057	0.00118	0.48154	0.76833

⁷ $RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N (R_i - E_i)^2 / N}$ R_i : Randwerte, E_i : Endwerte $i = 1$: 2004q1, $i = N$: 2019q1.

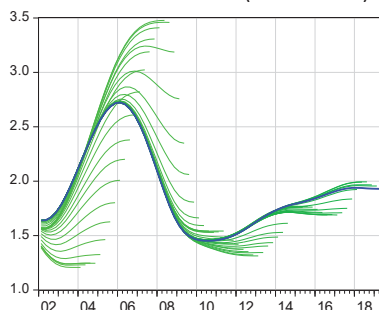
Grafik 6: Randwerte in rollenden Schätzungen und definitive Endwerte

a) HP-Filter

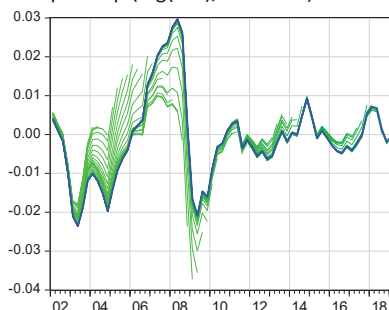
Potentialoutput und BIP (logarithmiert)



Potentialwachstum in % (annualisiert)

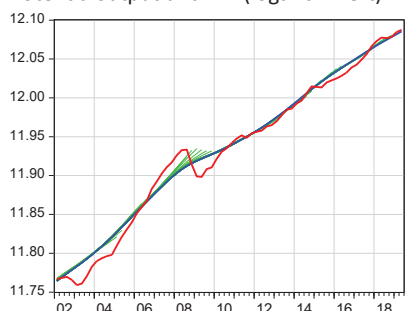


Output Gap (log(BIP)/Potential)

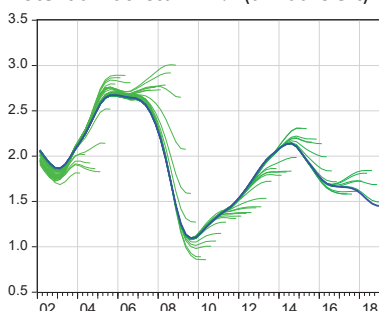


b) Modell SS1

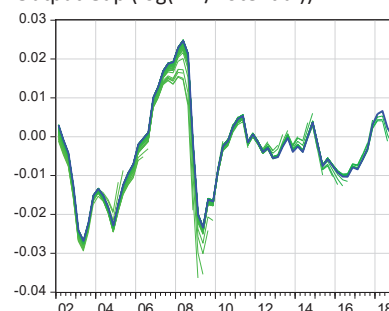
Potentialoutput und BIP (logarithmiert)



Potentialwachstum in % (annualisiert)

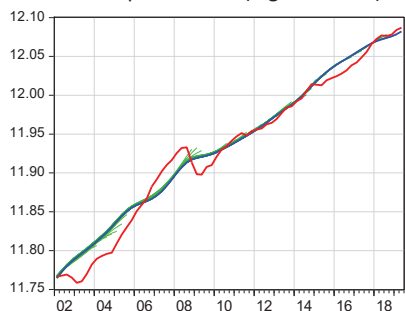


Output Gap (log(BIP/Potential))

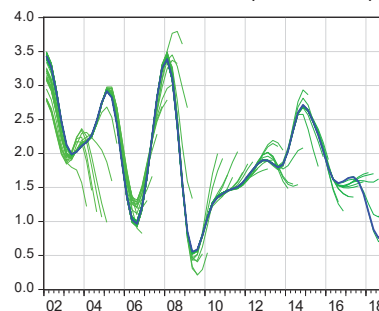


c) Modell SS2

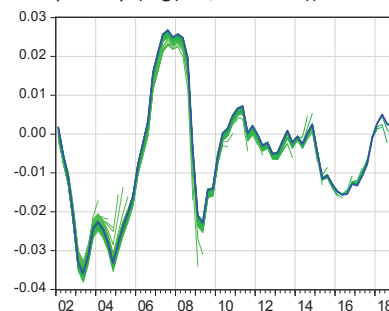
Potentialoutput und BIP (logarithmiert)



Potentialwachstum in % (annualisiert)

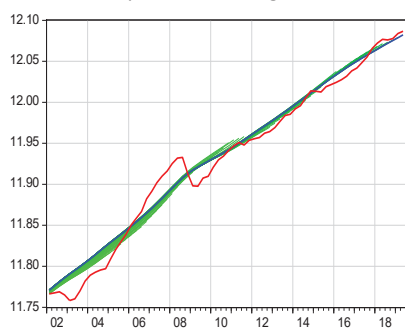


Output Gap (log(BIP/Potential))

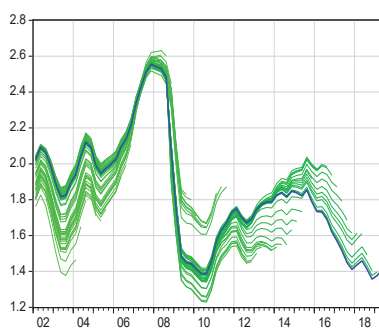


d) Produktionsfunktionsansatz

Potentialoutput und BIP (logarithmiert)



Potentialwachstum in % (annualisiert)



Output Gap (log(BIP/Potential))

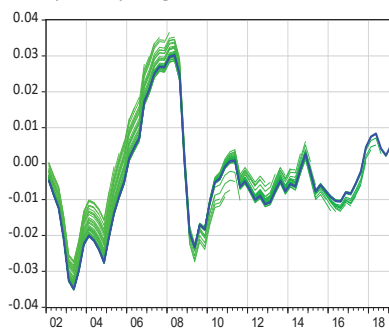


Tabelle 2 vergleicht die vier Schätzverfahren hinsichtlich der RMSE für den Output Gap und das Potentialwachstum. Da der Output Gap definitorisch den Abweichungen des BIP vom Potentialoutput entspricht, ist mit dem RMSE des Output Gap auch der RMSE des Potentialoutput gegeben. Weiter zeigt die Tabelle die an den Standardabweichungen (STDEV) gemessenen Schwankungsbreiten von Output Gap und Potentialwachstum und setzt die RMSE ins Verhältnis dazu (RMSE/STDEV). Darin drückt sich die relative Schätzunsicherheit aus. So ist z.B. der RMSE für das Potentialwachstum im Modell SS2 grösser als im Modell SS1, bezogen auf das im Modell SS2 stärker schwankende Potentialwachstum aber kleiner. In inverser Beziehung zur Schätzunsicherheit steht die "Erklärungskraft"; sie lässt sich – analog zu dem in Regressionsanalysen übliche R-Quadrat als "R-Quadrat" = $1 - \text{RMSE}^2/\text{STDEV}^2$ berechnen.

Tabelle 2 und Grafik 6a ergeben für den *HP-Filter* ein ernüchterndes Bild. Der Output Gap weist einen RMSE von 0.01078 auf, d.h. er wird am aktuellen Rand im Vergleich zur definitiven Schätzung um durchschnittlich fast 1.1 Prozentpunkte falsch eingeschätzt, muss also nachträglich in diesem Ausmass korrigiert werden. Diese Fehlermarge ist sogar leicht grösser als die Standardabweichung des Output Gap (STDEV = 0.01051, RMSE/STDEV = 1.02616), was sich in einem leicht negativen "R-Quadrat" niederschlägt. Wie Grafik 6 zeigt, unterliegt der Output Gap vor allem im Zeitraum 2004 bis 2009 massiven nachträglichen Revisionen. Sie resultieren daraus, dass Potentialoutput und das Potentialwachstum in der Aufschwungsphase vor der Finanzkrise laufend nach oben und nach dem BIP-Einbruch ab Mitte 2008 laufend nach unten korrigiert werden, was zu gegenläufigen Korrekturen des Output Gap führt. Der RMSE des Potentialwachstums von 0.0016 in Tabelle 2 bezieht sich – im Unterschied zu Grafik 6 – auf die nicht-annualisierten logarithmischen Wachstumsraten des Potentialoutput. Umgerechnet auf annualisierte prozentuale Wachstumsraten wird das Potentialwachstum am aktuellen Rand um durchschnittlich 0.64 Prozentpunkte falsch eingeschätzt, muss also nachträglich in diesem Ausmass korrigiert werden. Immerhin ist der RMSE etwas kleiner als die Standardabweichung des Potentialwachstums, so dass sich ein leicht positives "R-Quadrat" von 0.19 ergibt.

Die konditionierten Modelle SS1 und SS2 sowie der Produktionsfunktionsansatz⁸ schneiden nach allen Kriterien deutlich besser ab. Den kleinsten RMSE und das höchste "R-Quadrat" für den Output Gap weist das Modell SS2 auf, gefolgt vom Modell SS1 und dem Produktionsfunktionsansatz. Hinsichtlich des Potentialwachstums erweist sich der Produktionsfunktionsansatz als überlegen.

Grafik 6 macht auf einen weiteren interessanten Unterschied zwischen den vier Ansätzen aufmerksam. Das Potentialwachstum vollzieht im HP-Filter im betrachteten Zeitraum nur einen langen Zyklus: Das

⁸ In den rollenden Schätzungen der Produktionsfunktion stellt der Term $\theta_3 t_{08}$ in Gleichung (2) für die Arbeitseffizienz ein Problem dar. Der Zeittrend t_{08} setzt in 2008q4 ein, und der negative Schätzwert für θ_3 impliziert, dass sich das Effizienzwachstum ab diesem Zeitpunkt von 1.5 auf 1.1 Prozent vermindert hat (annualisiert). θ_3 kann aber nur geschätzt werden, wenn die Daten genügend weit über 2008 hinausgehen. Den rollenden Schätzungen liegt die Annahme zugrunde, dass man – zurückversetzt in die Zeit nach der Finanzkrise – die Abflachung der Effizienzwachstum nicht schon 2008q4, sondern aufgrund einer Häufung negativer Residuen der Produktionsfunktion erst drei Jahre später erkannt hätte. Entsprechend wird – wie Grafik 6d zeigt – das Potentialwachstum in den Jahren 2009 bis 2011 deutlich überschätzt.

Potentialwachstum steigt von 2002 bis 2006 an, fällt bis 2010 zurück und nimmt danach wieder leicht zu. Das Modell SS1 verhält sich etwas anders, indem das Potentialwachstum vor der Aufhebung des Mindestkurses einen temporären Spitzenwert erreicht. Im Modell SS2 und im Produktionsfunktionsansatz vollzieht das Potentialwachstum kurzfristige zyklische Bewegungen, die in den beiden anderen Ansätzen nicht vorhanden sind. Hinsichtlich der Hoch- und Tiefpunkte stimmen das Modell SS2 und der Produktionsfunktionsansatz gut miteinander überein, wobei aber die Schwankungen im Modell SS2 ausgeprägter sind.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die ökonomisch begründeten Konditionierungen des Modells SS1 auf weitere Beobachtungsvariablen (insbesondere die Arbeitslosenquote und die Investitionsquote) die Randwert-Instabilität des Output Gap gegenüber dem HP-Filter um mehr als die Hälfte reduzieren. Die "strukturellere" Spezifikation der Potentialwachstums im Modell SS2 trägt in geringem Mass zusätzlich zu weniger revisionsanfälligen Schätzungen bei. Dass der Produktionsfunktionsansatz nicht besser abschneidet als die Modelle SS1 und SS2, mag auf den ersten Blick erstaunen, denn er basiert in Form der Produktionsfunktion auf einem strukturell unveränderten Zusammenhang. Allerdings handelt es sich bei den Parametern der Produktionsfunktion um Schätzwerte, die sich bei einer Erweiterung des Stützbereichs mehr oder weniger stark verändern. Zudem gehen in die Schätzung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens Filterverfahren ein, die dem Problem der Randwert-Instabilität unterliegen. Somit ergibt sich für den Produktionsfunktionsansatz hinsichtlich der Randwert-Instabilität das Fazit, dass er zwar dem HP-Filter vorzuziehen ist, den Modellen SS1 und SS2 jedoch leicht unterlegen ist.

Rein technisch betrachtet könnte die Randwert-Instabilität des Produktionsfunktionsansatzes tief gehalten werden, indem man auf eine periodische Neuschätzung der Produktionsfunktion verzichtet. Damit würden die Schätzungen von Potentialoutput und Output Gap zwar automatisch stabiler, sie wären aber möglicherweise "stabil falsch", weil tatsächliche Änderungen der Produktionsverhältnisse unberücksichtigt blieben. Das Stabilitätskriterium ist allein betrachtet wenig aussagekräftig, denn aus neuen Daten ergeben sich neue Einschätzungen, und eine gewisse Randwert-Instabilität ist eine unvermeidliche Folge davon. Sie durch die Vernachlässigung neu verfügbarerer Daten einzuschränken, wäre keine gute Idee.

Weiter ist in diesem Zusammenhang zu beachten, dass eine geringe Randwert-Instabilität nicht zwangsläufig bedeutet, dass das betreffende Modell besonders realistische Masse für den Potentialoutput und den Output Gap liefert. Das Stabilitätskriterium ist in erster Linie ein modellinternes Kriterium. Allerdings können starke Revisionen von Schätzergebnisse auf erweiterter Datenbasis durchaus darauf hindeuten, dass die Realität vom betreffenden Modell nicht richtig abgebildet wird. Wenn z.B. neue Datenpunkte einem ersten Modell als Strukturbruch erscheinen, in einem zweiten Modell aber keine nennenswerten Revisionen nach sich ziehen, so spricht dies für eine grössere Realitätsnähe dieses zweiten Modells.

5. Prognostische Verwendung

Für die Erstellung einer Potentialprognose müssen beim Produktionsfunktionsansatz die Inputfaktoren – also das inflationsneutrale Arbeitsvolumen, die Effizienz des Arbeitseinsatzes und der Kapitalstock – in die Zukunft projiziert werden. Soll auch der Output Gap prognostiziert werden, so ist zusätzlich eine BIP-Prognose vorzugeben. Da der Potentialpfad angebotsseitig durch die Inputfaktoren der Produktionsfunktion bestimmt ist, schlagen sich unterschiedliche Annahmen zur BIP-Entwicklung vollumfänglich im Output Gap nieder. Bei den Filterverfahren muss ebenfalls eine BIP-Prognose vorgegeben werden. Anders als beim Produktionsfunktionsansatz tendiert der Potentialpfad aber zum BIP. Filterverfahren sind deshalb für langfristige Potentialprognosen konzeptionell ungeeignet, denn mit der vorzugebenden langfristigen BIP-Prognose wäre der Potentialpfad bereits festgelegt. Die in Stalder (2020a) präsentierten Langfristprognosen mit dem Produktionsfunktionsansatz fallen somit in dieser Vergleichsstudie ausser Betracht, weil ihnen kein filterbasiertes Pendant gegenübergestellt werden kann.

In der Kurzfrist-Prognose mit dem Produktionsfunktionsansatz wurde in Stalder (2020a) eine möglichst realistische BIP-Prognose unterstellt. Bei den Filterverfahren (Stalder 2020b) ging es hingegen darum, aufzuzeigen, dass sich die Berechnungen von Potentialoutput und Output Gap am aktuellen Rand je nach der unterstellten BIP-Prognose stark verändern können. Die dazu verwendeten drei BIP-Szenarien (mittel, hoch und tief) waren darauf ausgerichtet, diese Problematik klar zum Ausdruck zu bringen, sie hatten also mehr illustrativen Charakter. In dieser Vergleichsstudie soll nun für alle Verfahren eine einheitliche BIP-Prognose unterstellt werden. Sie lehnt sich wie in Stalder (2020a) an die aktuellen Prognosen der KOF, der BAK und der Expertengruppe des Bundes an.

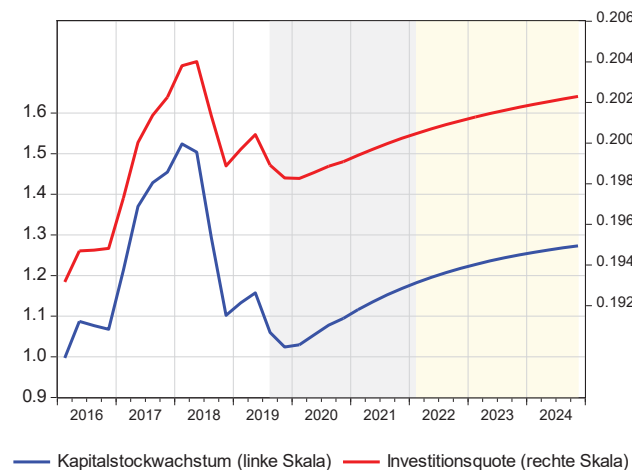
Wir wenden uns zuerst dem Produktionsfunktionsansatz zu.⁹ Wie oben erwähnt, ist der Potentialpfad durch die Inputfaktoren der Produktionsfunktion bestimmt, so dass sich ein davon abweichende BIP-Prognose im Output Gap niederschlägt. Daraus zu folgern, man könne den Potentialpfad mit einer beliebigen BIP-Prognose kombinieren, wäre jedoch falsch, denn die Potentialprognose basiert in der kurzen Frist auf einem bestimmten Konjunkturszenario, an das sich die BIP-Prognose zu halten hat. Genauer gesagt liegt der Potentialprognose die Annahme zugrunde, dass das Wachstum des Kapitalstocks am Anfang des Prognosezeitraums schwach bleibt, bevor es sich infolge einer wieder anziehenden Investitionstätigkeit sukzessive erhöht (Grafik 7a). In dieses Szenario einer sich moderat belebenden Konjunktur muss sich die BIP-Prognose einordnen. Sowohl ein sehr hohes BIP-Wachstum als auch eine anhaltende Wachstumsschwäche wären mit der Berechnung des Potentialpfades nicht vereinbar.

Konkret wird unterstellt, dass das BIP-Wachstum bis 2020q3 kontinuierlich auf einen Spitzenwert von 1.9 Prozent steigt und sich danach bis 2021q4 auf ein Prozent zurückbildet (annualisiert). Aus diesem in Grafik 7b im grau unterlegten Bereich dargestellten Quartalsverlauf resultieren jährliche Wachstumsraten von 1.3 Prozent in 2019, 1.7 Prozent in 2020 und 1.4 Prozent in 2021, was sich im Rahmen der aktuellen Konjunkturprognosen der KOF, der BAK und der Expertengruppe des Bundes bewegt.

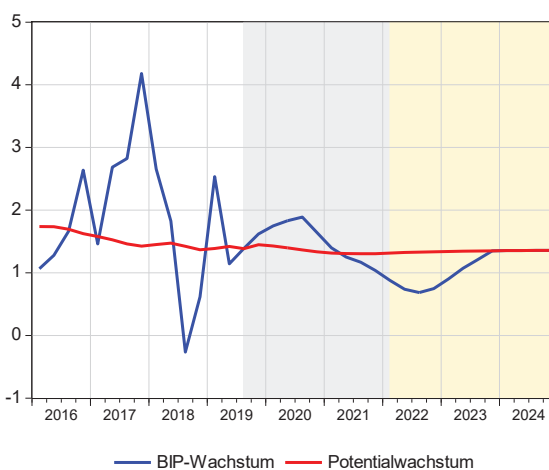
⁹ Die nachstehend präsentierten Ergebnisse weichen leicht von Stalder (2020a) ab, weil hier die "Sportevent"-bereinigte BIP-Reihe verwendet wird. Vgl. Fussnote 3.

Grafik 7: Prognose Produktionsfunktionsansatz

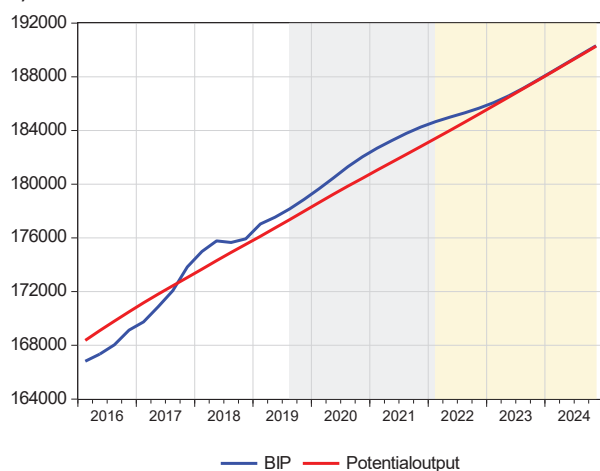
a) Kapitalstockwachstum (in Prozent, annualisiert) und Investitionsquote



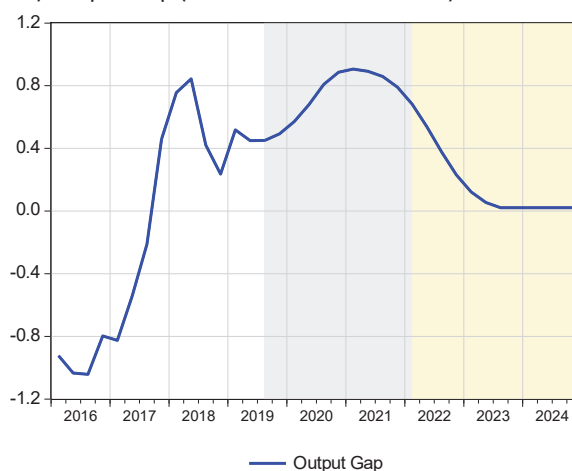
b) BIP-Wachstum und Potentialwachstum (in Prozent, annualisiert)



c) BIP und Potentialniveau



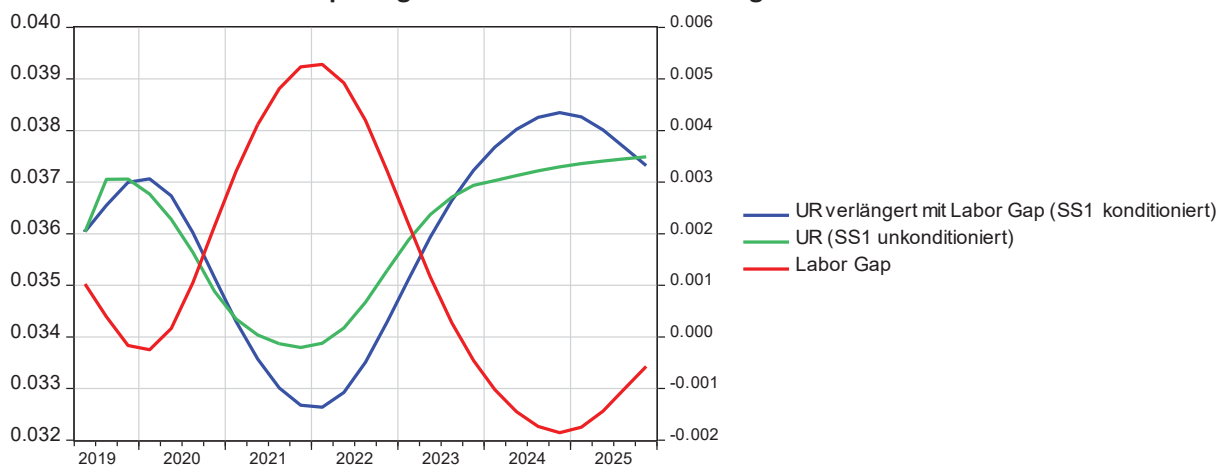
d) Output Gap (in Prozent des Potentials)



Dieser BIP-Prognose steht ein Potentialwachstum gegenüber, das sich bereits in den letzten Jahren spürbar abgeschwächt hat und im Prognosezeitraum nur noch 1.3 Prozent beträgt. Hinter dieser Entwicklung steht vor allem der Eintritt der Baby-Boomer ins Pensionsalter und ein entsprechend vermindertes Wachstum der Bevölkerung im Erwerbsalter. Obwohl das unterstellte BIP-Wachstum nicht besonders hoch erscheinen mag, ist es in Relation zum Potentialwachstum als eher expansiv zu bezeichnen. Entsprechend weitet sich der Output Gap von 0.4 Prozent am aktuellen Rand (2019q2) auf 0.9 Prozent aus und liegt am Ende des "offiziellen", durch die publizierten Konjunkturprognosen abgedeckten Zeitraums (2021q4) mit 0.8 Prozent noch immer deutlich im Positivbereich (Grafik 7d). Die anschließende Entwicklung (gelb unterlegte Bereiche in Grafik 7) folgt einer Art "Konvergenzregel", die den Output Gap auf null zurückführt. Wieviel Zeit man dieser Konvergenzregel einräumt, hängt von der Situation am Ende des offiziellen Prognosezeitraums ab. Im vorliegenden Fall ist angenommen, dass der Output Gap ab Mitte 2023 geschlossen sein soll. Dies erfordert – wie Grafik 7b zeigt – eine Reihe von BIP-Wachstumsraten, die unter dem Potentialwachstum liegen.

Bei den State-Space-Modellen stellt sich die Frage, ob neben dem BIP auch die konditionierenden Variablen über den aktuellen Rand hinaus verlängert werden sollen. Dabei ist zu beachten, dass die Kausalität in den Gleichungen B3 bis B5 grundsätzlich vom Output Gap zu den Beobachtungsvariablen geht, die Arbeitslosenquote, die Inflation und die Investitionsquote also als Funktionen des Output Gap zu sehen sind. Wenn nun aber für die Beobachtungsvariablen Daten vorliegen, wie dies im historischen Zeitbereich der Fall ist, so kann man daraus – gewissermassen in Umkehr der Kausalität – Rückschlüsse auf den Output Gap ziehen. So kommen die Modelle SS1 und SS2 z.B. in den 1990er Jahren aufgrund der hohen Arbeitslosigkeit und der rückläufigen Inflation zum Schluss, dass der Output Gap stärker und länger negativ gewesen sein muss als dies vom HP-Filter angezeigt wird. Aus der Konditionierung auf die in den Beobachtungsvariablen enthaltene Zusatzinformation resultieren ökonomisch plausible und zudem statistisch stabilere Schätzungen. Im Prognosezeitraum liegen aber für die Beobachtungsvariablen keine Daten vor, von denen man auf den Output Gap zurückschliessen könnte. Rein technisch kann man zwar Prognosewerte für die konditionierenden Variablen vorgeben. Damit würde aber die Entwicklung des Output Gap weitgehend vorweggenommen. Gegen dieses Vorgehen spricht, dass Aussagen zur Arbeitslosigkeit, der Inflation und der Investitionstätigkeit logischerweise aus der Prognose des Output Gap abzuleiten sind, und dieser Prognose nicht als Annahmen vorangestellt werden sollten. Aufgrund der sehr kleinen Fehlervarianz der Gleichung B3 würde insbesondere der für die Arbeitslosenquote unterstellte Verlauf zum dominierenden Bestimmungsfaktor des Output Gap. Dies wird im Folgenden demonstriert, indem die historischen Werte der Arbeitslosenquote mit dem "Labor Gap" des Produktionsfunktionsansatzes in die Prognoseperiode verlängert werden. Grafik 8 zeigt den Labor Gap des Produktionsfunktionsansatzes (rot) und den daraus abgeleiteten Verlauf der Arbeitslosenquote (blau).

Grafik 8: Labor Gap, Arbeitslosenquote UR verlängert mit Labor Gap (Konditionierung von SS1) und Arbeitslosenquote gemäss unkonditionierter Prognose des Modells SS1



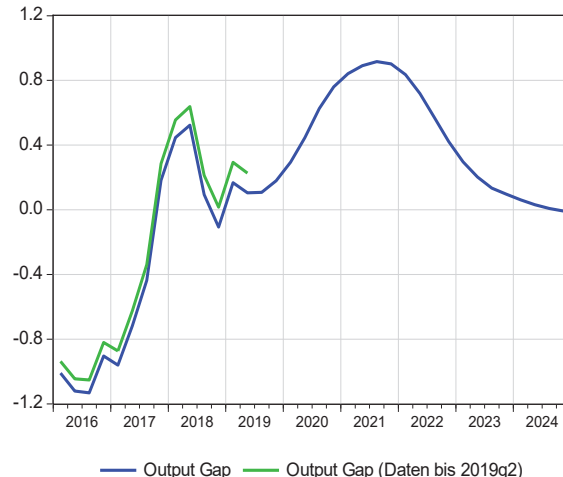
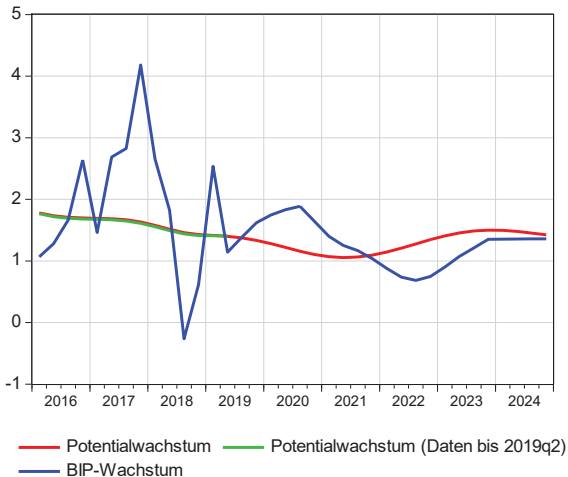
Die darauf konditionierte Prognose des Modells SS1 ist in Grafik 9a dargestellt. Die unterstellte Arbeitslosenquote treibt den Output Gap bis 2021 auf 0.9 Prozent und lässt ihn bis Ende 2024 auf die Nulllinie zurückfallen. Er nimmt damit – wenig überraschend – einen Verlauf, der demjenigen des Produktionsfunktionsansatzes sehr ähnlich ist. Diese Entwicklung des Output Gap impliziert bei gegebener BIP-Prognose, dass das Potentialwachstum 2021 auf rund ein Prozent zurückgeht und dann wieder gegen 1.5

Grafik 9: Prognose Modell SS1 und HP-Filter

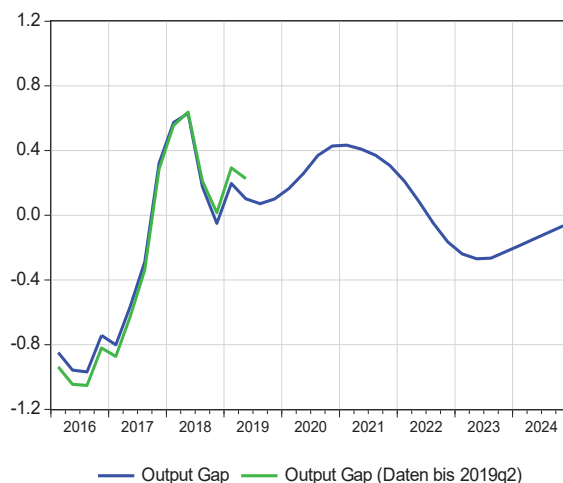
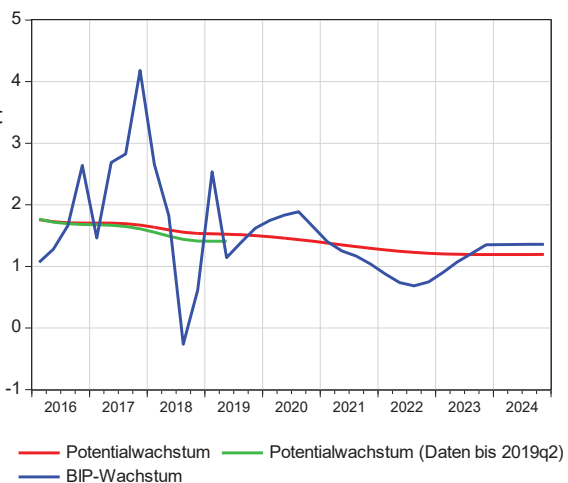
Potentialwachstum und BIP-Wachstum
(in Prozent, annualisiert)

Output Gap (in Prozent des Potentials)

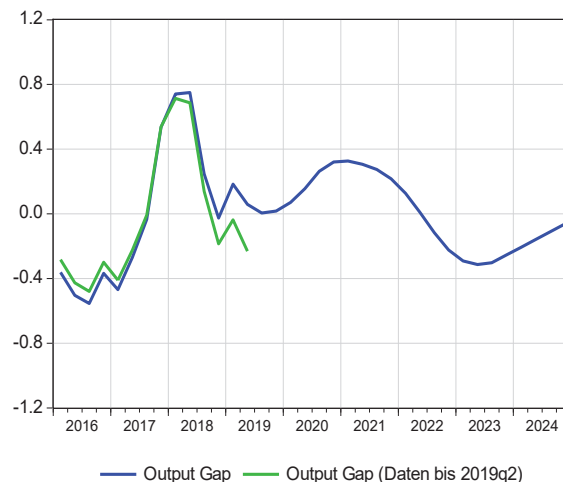
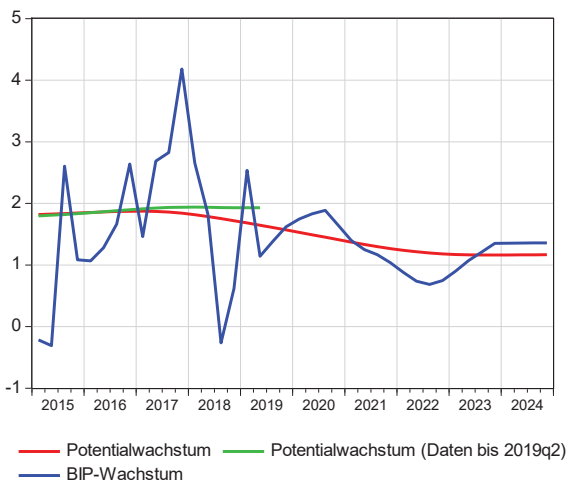
a) Model SS1
Prognose
konditioniert
auf *ur*



b) Model SS1
Prognose
unkonditioniert



c) HP-Filter



Prozent ansteigt. Die Konditionierung zwingt das Modell SS1 dazu, ziemlich genau die Prognose des Produktionsfunktionsansatzes zu reproduzieren und macht es damit gewissermassen überflüssig.

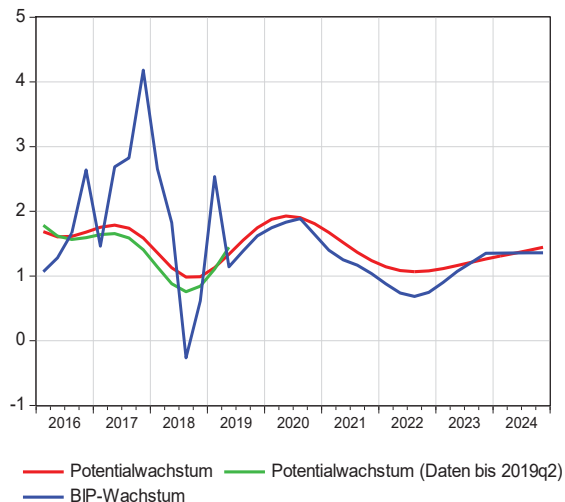
Sinnvoller ist es, das Modell SS1 als eigenständige Alternative zum Produktionsfunktionsansatz zu betrachten, die Arbeitslosenquote im Prognosezeitraum also nicht vorzugeben, sondern sie aus dem Output Gap abzuleiten. Diese Prognose ist in Grafik 9b dargestellt. Das Potentialwachstum wird am aktuellen Rand leicht nach oben korrigiert. Entsprechend ist der Output Gap am Anfang der Prognose etwas weniger stark positiv als bei einer Schätzung mit Daten bis 2019q2. Der Output Gap steigt dann bis Anfang 2021 auf rund 0.4 Prozent und fällt ab Mitte 2022 in den Negativbereich, liegt also durchwegs tiefer als im Produktionsfunktionsansatz. Dahinter steht ein im Vergleich zum Produktionsfunktionsansatz langsamerer Rückgang des Potentialwachstums. Während der Rückgang des Potentialwachstums dort demografisch bedingt ist, ergibt er sich hier als graduelle Anpassung an das im historischen Vergleich schwache BIP-Wachstum. Die über Gleichung B3 aus dem Output Gap abgeleitete Arbeitslosenquote ist in Grafik 8 grün eingetragen. Die Prognose des Modells SS1 erscheint nicht weniger plausibel als die Prognose des Produktionsfunktionsansatzes. Dabei ist auch zu beachten, dass das Potentialwachstum im Produktionsfunktionsansatz von Annahmen zur Immigration und zum Produktivitätswachstum abhängt, die nicht in Stein gemeisselt sind. Ein davon etwas abweichendes Potentialwachstum, wie es vom Modell SS1 angezeigt wird, ist deshalb a priori nicht auszuschliessen.

Beim HP-Filter (Grafik 9c) wird das Potentialwachstum am aktuellen Rand nicht nach oben, sondern deutlich nach unten korrigiert, so dass der Output Gap spürbar höher zu liegen kommt als bei einer Schätzung mit Daten bis 2019q2. Im Prognosezeitraum bewegt er sich ähnlich wie im Modell SS1.

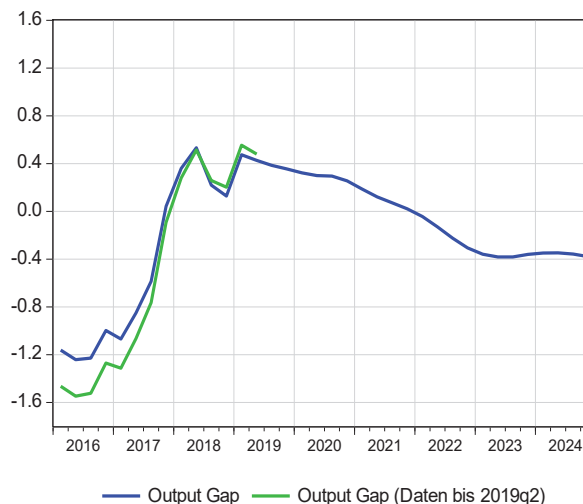
Grafik 10 zeigt die unkonditionierte Prognose des Modells SS2. Bei der Interpretation dieser Prognose ist zu beachten, dass sich das BIP-Wachstum in den letzten 20 Jahren um einen Mittelwert von rund 1.8 Prozent bewegte, in der Prognoseperiode aber durchschnittlich nur 1.3 Prozent beträgt. Anders als das Modell SS1 lässt sich das Modell SS2 in der Bestimmung des Potentialwachstums davon kaum beeinflussen. Es prognostiziert – aufgrund der historischen Erfahrung eines durchschnittlichen BIP-Wachstums von rund 1.8 Prozent und getrieben vom letztlich zu positiven Werten ansteigenden Output Gap – ein Potentialwachstum, das bis Mitte 2020 auf fast zwei Prozent steigt und bis 2023 stets über dem BIP-Wachstum liegt. Dafür verantwortlich ist die "strukturelle" Bestimmung des Potentialwachstums in Gleichung S2'. Über den Zeitraum 1990q1 bis 2019q2 geschätzt, implizieren die Parameter γ_1 , γ_2 und γ_3 dieser Gleichung, dass das Potentialwachstum bei einem Output Gap von null gegen 1.83 Prozent konvergiert. In der mit Prognosewerten für das BIP erweiterten Schätzperiode fällt dieser Wert nur leicht auf 1.72 Prozent. Folglich erscheint dem Modell SS2 die vorgegebene BIP-Prognose als sehr zurückhaltend, was sich in einem anhaltend fallenden Output Gap äussert. Da mit guten Gründen von einem stärker verminderten Potentialwachstum auszugehen ist, erscheint diese Prognose unrealistisch. Umgekehrt formuliert müsste die BIP-Prognose bei einem Potentialwachstum von rund 1.7 Prozent wohl höher angesetzt werden, ausser man möchte ein anhaltende Nachfrageschwäche prognostizieren.

Grafik 10: Prognose Modell SS2

Potentialwachstum und BIP-Wachstum
(in Prozent, annualisiert)



Output Gap
(in Prozent des Potentials)



Analog zum Modell SS1 könnte man auch die Prognose des Modells SS2 auf die aus dem Produktionsfunktionsansatz abgeleitete Arbeitslosenquote konditionieren. Damit würde der Output Gap am Anfang der Prognoseperiode nach oben und das Potentialwachstum entsprechend nach gedrückt. Diesem Vorgehen vorzuziehen wäre jedoch eine Korrektur der Gleichung S2', indem man z.B. mit einem tieferen Wert des Parameters γ_1 für eine vermindertes Potentialwachstum sorgt. Ein solcher Eingriff in das Modell hätte zwar ebenfalls starken ad hoc-Charakter. Es bliebe aber immerhin der eigenständige Charakter des Modells erhalten, und es könnte neben dem Modell SS1 und dem Produktionsfunktionsansatz in eine Gesamtbeurteilung der mutmasslichen Entwicklung von Potentialoutput und Output Gap einbezogen werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die vorgegebene BIP-Prognose dem Produktionsfunktionsansatz aufgrund des demografisch bedingt tiefen Potentialwachstums als expansiv erscheint, so dass der Output Gap deutlich positiv wird. Im Modell SS1 passt sich das prognostizierte Potentialwachstum graduell an das im historischen Vergleich schwache BIP-Wachstum an, es liegt aber am Anfang des Prognosezeitraums höher als im Produktionsfunktionsansatz, was einen vergleichswisen schwachen Anstieg des Output Gap zur Folge hat. Im Modell SS2 nimmt der Output Gap fortlaufend ab, weil sich das Modell hinsichtlich des Potentialwachstums vom tieferen BIP-Wachstum in der Prognoseperiode nur wenig beeindrucken lässt.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Diese Studie unternimmt den Versuch, die verschiedenen Methoden der Potentialschätzung in einer vergleichenden Betrachtung hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen zu evaluieren. Sie nimmt dabei Bezug auf die Untersuchungen von Stalder (2020a, 2020b), in denen der Produktionsfunktionsansatz und die Filterverfahren im Detail beschrieben und auf die Schweiz angewandt wurden. Bei den Filterverfahren handelt es sich um den HP-Filter und zwei multivariate, auf zusätzliche Beobachtungsreihen konditionierte State-Space-Modelle. Das Modell SS1 unterscheidet sich vom HP-Filter einzig durch die Konditionierung des Output Gap auf die Arbeitslosenquote, die Investitionsquote, die Inflation und die industrielle Kapazitätsauslastung. Im Modell SS2 ist zusätzlich ein Mechanismus eingebaut, der besagt, dass das Potentialwachstum über die Investitionstätigkeit positiv vom Output Gap beeinflusst wird. Beide Modelle sind stark durch die Konditionierung auf die Arbeitslosenquote geprägt, während der Investitionsquote, der Inflation und der Kapazitätsauslastung (in dieser Reihenfolge) eine geringere Bedeutung zukommt. Insgesamt werden somit vier Ansätze in die Vergleichsbetrachtung einbezogen: Der Produktionsfunktionsansatz, die State-Space-Modelle SS1 und SS2 und der HP-Filter.

Hinsichtlich der Aufspaltung der BIP-Entwicklung in den Potentialoutput und den Output Gap im Zeitraum 1990 bis 2019 unterscheiden sich die vier Ansätze zwar nicht fundamental, in verschiedenen Zeitabschnitten zeigen sich aber doch deutliche Abweichungen. Dies ist insbesondere in der langanhaltenden Stagnation der 1990er Jahre der Fall, wo der Output Gap gemäss HP-Filter nach anfänglich leicht negativen Werten um die Mitte der 1990er Jahre bereits wieder geschlossen ist, während die Modelle SS1 und SS2 sowie auch der Produktionsfunktionsansatz stärker und anhaltend negative Output Gaps anzeigen. Das Tempo, mit dem der Potentialoutput zu einem tiefer oder höher gelegenen BIP tendiert, ist beim HP-Filter rein statistisch bestimmt. Diese Konvergenz mag die Realität häufig gut abbilden, kann aber auch zu rasch oder zu langsam erfolgen. Ob dies der Fall ist, lässt sich anhand anderer Indikatoren wie der Arbeitslosigkeit, der Inflation oder der Investitionstätigkeit beurteilen. Wenn z.B. ein schwaches BIP-Wachstum mit einer hohen Arbeitslosigkeit, einem fortlaufenden Inflationsrückgang und einer tiefen Investitionsquote einhergeht – wie dies in den 1990er Jahren der Fall war – so erscheint eine rasche Schliessung des Output Gap, wie sie vom HP-Filter angezeigt wird, wenig plausibel.¹⁰ Die State-Space-Modelle und der Produktionsfunktionsansatz vermitteln ein realistischeres Bild. Auch in der Zeit nach der Aufhebung des Mindestkurses, wo der Output Gap gemäss HP-Filter nur schwach negativ wird, spricht der spürbare Anstieg der Arbeitslosigkeit für ein stärkeres Eintauchen des Output Gap in den Negativbereich.

Obwohl in den Produktionsfunktionsansatz und die State-Space-Modelle im Vergleich zum HP-Filter zum Teil ähnliche zusätzliche Informationen einfliessen, sind in verschiedenen Zeitabschnitten auch zwischen diesen Ansätzen recht beträchtliche Unterschiede festzustellen. Sie betreffen zwar primär das Ausmass und weniger die Wendepunkte und die Vorzeichen des Output Gap, werfen aber dennoch die Frage auf, welcher Ansatz der Realität am nächsten kommt. Diese Frage ist leider kaum schlüssig zu beantworten. Während bei üblichen Prognosemodellen anhand einer Gegenüberstellung von "out-of-sample"-

¹⁰ Umgekehrt könnten bei gleicher BIP-Entwicklung eine nur wenig zunehmende Arbeitslosigkeit und eine kaum rückläufige Inflation darauf hindeuten, dass sich parallel zum BIP-Wachstum auch das Potentialwachstum abgeschwächt hat, so dass der Output Gap weniger stark negativ wird als vom HP-Filter angezeigt.

Prognosen mit tatsächlichen Realisationen zwischen konkurrierenden Ansätzen diskriminiert werden kann, scheitert eine stringente Evaluation der Methoden der Potentialschätzung daran, dass den Schätzwerten für den Potentialoutput und den Output Gap keine tatsächlichen Grössen gegenübergestellt werden könnten. Dass aber der HP-Filter relevante Informationen über die zyklische Position der Wirtschaft ausblendet und deshalb kaum die Methode der Wahl ist, ist kaum zu bezweifeln.

Ein anderes Kriterium zur Beurteilung der vier Ansätze bezieht sich auf die sogenannte Randwert-Instabilität. Damit wird das Phänomen bezeichnet, dass sich die auf einen bestimmten Stützbereich basierten Schätzungen von Potentialoutput und Output Gap stark ändern können, wenn zusätzliche Beobachtungen verfügbar werden. Die in rollenden Schätzungen (schrittweise Ausweitung des Stützbereichs) ermittelten "root-mean-square errors" zeigen für den HP-Filter ein ziemlich ernüchterndes Bild: Der Output Gap wird am jeweiligen Ende einer Schätzperiode um durchschnittlich gut einen Prozentpunkt falsch eingeschätzt, muss also nachträglich in diesem Ausmass revidiert werden. In den Modellen SS1 und SS2 wird die Randwert-Instabilität gegenüber dem HP-Filter um mehr als die Hälfte reduziert. Die "strukturellere" Spezifikation des Potentialwachstums im Modell SS2 trägt in geringem Mass ebenfalls zu stabileren Schätzungen bei. Der Produktionsfunktionsansatz ist nach dem Kriterium der Randwert-Instabilität dem HP-Filter vorzuziehen, den Modellen SS1 und SS2 jedoch leicht unterlegen.

Isoliert betrachtet ist das Stabilitätskriterium allerdings wenig aussagekräftig. Aus neuen Daten können sich veränderte Einschätzungen ergeben, und eine gewisse Randwert-Instabilität ist eine unvermeidliche Folge davon. Zudem folgt aus einer geringen Randwert-Instabilität nicht zwangsläufig, dass das betreffende Modell besonders realistische Masse für den Potentialoutput und den Output Gap liefert. Wenn aber neue Beobachtungspunkte wie beim HP-Filter sehr starke Revisionen am aktuellen Rand zur Folge haben, deutet dies doch darauf hin, dass die Realität schlecht abgebildet ist.

Für die Erstellung von Potentialprognosen muss in allen vier Ansätzen die BIP-Entwicklung im Prognosezeitraum festgelegt werden. Bei den Filterverfahren tendiert der Potentialpfad mit zunehmender Länge des Prognosezeitraums zum vorgegebenen BIP; sie sind deshalb für langfristige Potentialprognosen konzeptionell ungeeignet, denn mit einer langfristigen BIP-Prognose wäre gleichzeitig der Potentialpfad bestimmt. Für die Prognosen im konjunkturellen Zeithorizont wurde – in Anlehnung an die aktuellen Prognosen der KOF, der BAK und der Expertengruppen des Bundes – in allen vier Ansätzen angenommen, dass das BIP-Wachstum bis 2020q3 kontinuierlich auf einen Spitzenwert von 1.9 Prozent steigt und sich danach bis 2021q4 auf ein Prozent zurückbildet.

Dieser BIP-Prognose steht im Produktionsfunktionsansatz ein Potentialwachstum gegenüber, das sich in den letzten Jahren demografisch bedingt spürbar abgeschwächt hat und im Prognosezeitraum nur noch 1.3 Prozent beträgt. Entsprechend weitet sich der Output Gap von 0.4 Prozent am aktuellen Rand (2019q2) auf 0.9 Prozent aus und liegt Ende 2021q4 bei 0.8 Prozent. Die vorgegebene BIP-Prognose erscheint dem Modell in Relation zum Potentialwachstum als expansiv.

In den Modellen SS1 und SS2 ist man mit der Frage konfrontiert, ob im Prognosezeitraum neben dem BIP auch die Verläufe der anderen Beobachtungsreihen vorgegeben werden sollen. Entscheidende Bedeutung kommt dabei wegen ihrer stark konditionierenden Rolle der Arbeitslosenquote zu. Gibt man die Entwicklung der Arbeitslosenquote im Prognosezeitraum vor, so nimmt man damit die Entwicklung des Output Gap weitgehend vorweg. Gegen dieses Vorgehen spricht, dass Aussagen zur Entwicklung der

Arbeitslosigkeit aus der Prognose des Output Gap abzuleiten sind, und nicht der Prognose als konditionierende Information vorangestellt werden sollten. Diese Aussage bezieht sich wohlverstanden auf die Prognoseperiode. Im historischen Zeitbereich ist die Entwicklung der Arbeitslosenquote (und weiterer Beobachtungsreihen) bekannt, und es ist sinnvoll, die darin enthaltene Information für die Schätzung des Output Gap zu nutzen.

Lässt man das Modell SS1 in der Prognoseperiode unkonditioniert, so bildet sich das Potentialwachstum langsamer zurück als im Produktionsfunktionsansatz, so dass der Output Gap nur auf 0.4 Prozent ansteigt. Anders als im Produktionsfunktionsansatz erscheint das vorgegebene BIP-Wachstum dem Modell nicht als sonderlich expansiv.

Im Modell SS2 liegt das prognostizierte Potentialwachstum bis 2023 stets über dem BIP-Wachstum, so dass der Output Gap laufend abnimmt. Die vorgegebene BIP-Prognose erscheint dem Modell als sehr zurückhaltend. Dies liegt daran, dass das BIP-Wachstum in den letzten 20 Jahren im Durchschnitt deutlich höher war als für die Prognoseperiode angenommen, und sich das Modell SS2 in der Bestimmung des Potentialwachstums vom schwächeren BIP-Wachstum in der Prognoseperiode nur wenig beeindruckt lässt. Geht man – mit guten Gründen – davon aus, dass das Potentialwachstum im Prognosezeitraum tiefer ist als in der Vergangenheit, so erscheint diese Prognose als unrealistisch.

In einer Gesamtbeurteilung spricht die ausgeprägte Randwert-Instabilität klar gegen die Verwendung des HP-Filters. Dazu kommt, dass der HP-Filter die Dekomposition der BIP-Entwicklung in Potentialoutput und Output Gap nach rein statistischen Kriterien vornimmt und relevante ökonomische Informationen hinsichtlich der zyklischen Position der Wirtschaft ausblendet. Vom Einbezug dieser Informationen im Produktionsfunktionsansatz und in den State-Space-Modellen kann man sich eine grössere Realitätsnähe der Berechnungen versprechen. Die Frage aber, ob der Produktionsfunktionsansatz oder die State-Space-Modelle die Wirklichkeit besser darstellen, ist kaum zu entscheiden, weil den Schätzungen von Potentialoutput und Output Gap keine direkten Beobachtungen gegenübergestellt werden können. In dieser etwas unklaren Situation ist man in der Praxis gut beraten, sich nicht nur auf einen Ansatz zu stützen. Für den Produktionsfunktionsansatz spricht, dass er hinsichtlich der ökonomischen Interpretation der Ergebnisse transparenter ist, weil sich explizit darlegen lässt, auf welchen Annahmen diese basieren. In der prognostischen Verwendung bringt dies den Vorteil mit sich, dass der Unsicherheit der unterstellten Annahmen mit Alternativszenarien Rechnung getragen werden könnte.

Literaturhinweise

Stalder P. (2020a): Schätzung und Prognose des Potentialoutput auf Basis einer Produktionsfunktion - Theorie und Anwendung auf die Schweiz, Grundlagen für die Wirtschaftspolitik Nr. 9, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern.

Stalder P. (2020b): Univariate und multivariate Filter zur Schätzung des Potentialoutput - Theorie und Anwendungen auf die Schweiz, Grundlagen für die Wirtschaftspolitik Nr. 10, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern.