



Studie | Februar 2020

Schätzung und Prognose des Potentialoutput auf Basis einer Produktionsfunktion – Theorie und 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): «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.

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.

Schätzung und Prognose des Potentialoutput auf Basis einer Produktionsfunktion – Theorie und Anwendung auf die Schweiz

Zusammenfassung

Unter dem Potentialoutput einer Volkswirtschaft wird dasjenige Aktivitätsniveau verstanden, das einer Normalauslastung der Produktionsfaktoren entspricht. Die mit dem BIP gemessene tatsächliche Wirtschaftsleistung kann höher oder tiefer sein, woraus sich in Form des sogenannten Output Gap die zyklische Position der Wirtschaft ablesen lässt. In der langen Frist bestimmt das Potentialwachstum den Pfad für eine gleichgewichtige Wirtschaftsentwicklung. Beim Potentialoutput handelt es sich somit um ein zentrales Konzept makroökonomischer Analysen. Er ist jedoch nicht direkt beobachtbar, sondern muss geschätzt werden. Dazu stützt man sich entweder auf eine Produktionsfunktion (struktureller Ansatz) oder auf Filtermethoden (statistischer Ansatz). Diese Studie erläutert den Produktionsfunktionsansatz und wendet ihn auf die Schweiz an. Die Filtermethoden werden in einem separaten Papier behandelt. Ein drittes Papier evaluiert die Vor- und Nachteile der beiden Verfahren.

Ausgangspunkt der Untersuchung ist die ökonometrische Schätzung einer Produktionsfunktion, welche den Zusammenhang zwischen dem Output der schweizerischen Volkswirtschaft und den Inputfaktoren Arbeit und Kapital darstellt. Auf Basis dieser Schätzung lässt sich der Potentialoutput bestimmen, indem der zyklisch schwankende Arbeitseinsatz anhand einer Phillips-Kurven-Betrachtung durch sein inflationsneutrales Niveau ersetzt wird.

Für die Erstellung langfristiger Potentialprognosen muss die Entwicklung der Inputfaktoren in die Zukunft projiziert werden, was diverse kritische Annahmen involviert. So hat sich z.B. das Produktivitätswachstum nach der Finanzkrise spürbar abgeschwächt. Wird die zunehmende Digitalisierung von Produktionsprozessen in Zukunft wieder zu einem höheren Produktivitätswachstum führen, oder behalten die Faktoren, die dies bisher verhindert haben, die Oberhand? In demographischer Hinsicht stützt sich die Studie auf das Referenzszenario des BFS, das bei einem steigenden Anteil der Personen im Pensionsalter ein stark rückläufiges Wachstum der Erwerbsbevölkerung vorhersieht. Dahinter stehen Annahmen zur Entwicklung der alters- und geschlechtsspezifischen Partizipationsraten und der Immigration. Wie hoch diese sein wird, hängt von politischen Entscheidungen sowie der Attraktivität der Schweiz als Investitionsstandort ab. Vor diesem Hintergrund sind langfristige Potentialprognosen als denkbare Szenarien zu verstehen, deren zugrundeliegende Annahmen möglichst transparent darzustellen sind.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass der Output Gap nach starken zyklischen Schwankungen in den 1990er Jahren sowie zur Zeit der Finanzkrise ab 2009 für mehrere Jahre vergleichsweise eng der Nulllinie folgte. Nach erstmals wieder deutlich positiven Werten Anfang 2018 bildete er sich mit der jüngsten Konjunkturabschwächung auf 0.4 Prozent zurück. Das Potentialwachstum, das von rund 2 Prozent pro Jahr vor der Finanzkrise auf rund 1.5 Prozent in den letzten Jahren gefallen ist, wird sich unter den getroffenen demografischen Annahmen bis 2040 auf 1.1 Prozent abschwächen. Bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen bleibt das Potentialwachstum mit knapp 1 Prozent im historischen Vergleich stabil. Pro Kopf der Gesamtbevölkerung fällt es aber in den 2020er Jahren auf rund 0.5 Prozent und steigt – bei einem sich tendenziell stabilisierenden Anteil der Personen im Pensionsalter – bis 2040 wieder leicht auf rund 0.7 Prozent an.

Estimation et prévision de la production potentielle sur la base d'une fonction de production : théorie et application à la Suisse

Résumé

Par production potentielle d'une économie, on entend le niveau d'activité correspondant à l'utilisation normale des facteurs de production. La performance économique effective mesurée par le PIB peut y être supérieure ou inférieure, la différence correspondant à l'écart de production, qui reflète la situation de l'économie dans le cycle économique. À long terme, la croissance potentielle détermine la croissance économique d'équilibre. La production potentielle est donc un concept central des analyses macroéconomiques ; elle doit toutefois faire l'objet d'une estimation, puisqu'on ne peut l'observer directement. Pour cette estimation, on se fonde soit sur une fonction de production (approche structurelle), soit sur la méthode par filtres (approche statistique). La présente étude traite de l'approche par la fonction de production et l'applique à la Suisse. L'estimation par filtres est traitée dans un document distinct. Un troisième document analyse les avantages et les inconvénients des deux méthodes.

L'analyse a pour point de départ l'estimation économétrique d'une fonction de production, qui représente la relation entre la production de l'économie suisse et les intrants que sont le travail et le capital. Cette estimation permet de déterminer la production potentielle en remplaçant le volume de travail, qui fluctue de façon cyclique, par un niveau neutre en termes d'inflation obtenu au moyen d'une courbe de Phillips.

Pour établir des prévisions à long terme sur le potentiel, l'évolution des intrants doit être projetée dans l'avenir, ce qui implique diverses hypothèses critiques. La croissance de la productivité a par exemple sensiblement ralenti après la crise financière. La numérisation des processus de production va-t-elle à l'avenir de nouveau entraîner une plus forte croissance de la productivité ou les facteurs ayant fait obstruction à cette évolution vont-ils garder le dessus ? Sous l'angle démographique, l'étude repose sur le scénario de référence de l'OFS, qui prévoit un fort recul de la croissance de la population active tandis que la proportion de personnes âgées devrait s'inscrire à la hausse. Ce scénario repose sur les hypothèses de développement des taux de participation par âge et par sexe et de l'immigration. Ce développement dépendra de décisions politiques et de l'attrait de la Suisse comme pôle d'investissement. De ce fait, les prévisions de potentiel à un horizon lointain doivent être envisagées comme des scénarios plausibles, dont les axiomes sont à présenter avec autant de transparence que possible.

La présente étude montre qu'après de fortes fluctuations cycliques dans les années 1990 et au moment de la crise financière, l'écart de production a été proche de zéro pendant plusieurs années à partir de 2009. Après avoir à nouveau atteint un niveau nettement positif au début de 2018, il a reculé à 0,4 % du fait du dernier refroidissement conjoncturel. La croissance potentielle, qui est passée d'environ 2 % par an avant la crise financière à environ 1,5 % ces dernières années, devrait, suivant les hypothèses démographiques retenues, reculer à 1,1 % d'ici à 2040. Rapportée au nombre d'actifs occupés, la croissance potentielle, de près de 1 %, devrait rester stable en comparaison historique. Rapportée à la population totale, elle devrait tomber à environ 0,5 % par habitant dans les années 2020, avant de remonter à environ 0,7 % d'ici à 2040, alors que la part des retraités devrait tendre à se stabiliser.

Analisi e previsioni dell'output potenziale in base alla funzione della produzione – Il caso della Svizzera: teoria e pratica

Riassunto

L'output potenziale (potenziale di produzione) di un'economia è il livello di attività che corrisponde a un utilizzo normale dei fattori di produzione. La produzione economica effettiva misurata in termini di PIL, può essere superiore o inferiore a tale livello e permette di dedurre la posizione ciclica dell'economia espressa sotto forma del cosiddetto «output gap» (divario di produzione). Se si considera il lungo termine, la crescita potenziale determina dunque la crescita economica equilibrata. Quello di potenziale di produzione è quindi un concetto centrale a livello di analisi macroeconomica che, non essendo direttamente osservabile, deve essere stimato. Per tale stima si possono applicare il metodo della funzione di produzione (approccio strutturale) o i metodi di filtraggio (approccio statistico). Il presente studio illustra il metodo della funzione di produzione e lo applica alla Svizzera. I metodi di filtraggio sono stati trattati separatamente. Un terzo studio valuta i vantaggi e gli svantaggi dei due diversi approcci.

Il punto di partenza dell'analisi è rappresentato dalla stima econometrica di una funzione di produzione, che rappresenta la relazione tra l'output dell'economia svizzera e i fattori di input, il lavoro e il capitale. Questa stima permette di determinare il potenziale di produzione sostituendo l'input di lavoro soggetto a fluttuazioni cicliche con il suo livello neutro rispetto all'inflazione, ottenuto grazie a una curva di Phillips.

Per stabilire previsioni a lungo termine sul potenziale, lo sviluppo dei fattori di input deve essere proiettato nel futuro, il che implica una serie di ipotesi critiche. La crescita della produttività ha per esempio subito un sensibile rallentamento a seguito della crisi finanziaria. Bisogna chiedersi se la sempre maggiore digitalizzazione dei processi di produzione riuscirà ad accelerare lo sviluppo della produttività o se invece continueranno a prevalere i fattori che fino a oggi l'hanno impedito. Dal punto di vista demografico questo studio si appoggia allo scenario di riferimento dell'UST, che oppone a un forte calo della crescita della popolazione attiva, una quota crescente di persone in età pensionabile. Questo scenario si basa su ipotesi concernenti l'andamento dei tassi di partecipazione in base all'età e al sesso e dell'immigrazione, che a sua volta dipende da decisioni politiche e dall'attrattiva della Svizzera quale piazza d'investimento. Di conseguenza le previsioni sul potenziale di lungo periodo vanno considerate come possibili scenari le cui ipotesi di base devono essere presentate nella maniera più trasparente possibile.

Il presente studio mostra che dal 2009, dopo le forti fluttuazioni cicliche negli anni '90 e al momento della crisi finanziaria, l'output gap si è mantenuto per vari anni sempre più o meno vicino alla linea dello zero. Dopo aver registrato valori nuovamente positivi all'inizio del 2018, è riacceso allo 0,4% a causa dell'ultimo rallentamento congiunturale. In base alle ipotesi demografiche formulate, il potenziale di crescita, che da un 2% su base annua prima della crisi finanziaria è sceso all'1,5% negli ultimi anni, potrebbe continuare a calare fino all'1,1% entro il 2040. Riferito al numero di persone attive, tale potenziale dovrebbe rimanere piuttosto stabile (circa 1%) nel confronto storico. Se si prende in considerazione la popolazione globale, si prevede che nel 2020 scenderà tuttavia fino a toccare lo 0,5% pro capite per salire poi leggermente e raggiungere lo 0,7% entro il 2040, accompagnato da una generale stabilizzazione nel numero di persone in età pensionabile.

Estimate and forecast of potential output based on a production function – theory and 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. In the long run, potential growth determines the course for balanced economic development. Potential output is therefore a key concept in macroeconomic analyses. However, as it cannot be observed directly, it must be estimated. This is done either by means of a production function (structural approach) or with filter methods (statistical approach). This study explains the production function approach and applies it to Switzerland. The filter methods will be addressed in a separate paper. A third paper will evaluate the advantages and disadvantages of the two methods.

The study's starting point is the econometric estimation of a production function, representing the historical relationship between the output of the Swiss economy and the inputs of labour and capital. Based on this estimate, potential output is obtained by replacing the cyclically fluctuating labour input with its inflation-neutral level, using a Phillips curve approach.

To assess the long-term growth potential of the economy, the development of the input factors must be projected into the future. This involves various critical assumptions. For example, will relatively slow productivity growth as observed since the financial crisis persist in the future, or will the increasing digitalisation of production processes gain the upper hand over the factors that dampened productivity growth in recent years? As far as demographic developments are concerned, the study adheres to the reference scenario of the Federal Statistical Office, which predicts a sharp decline in the growth of the working age population with the proportion of people of retirement age rising. This scenario is based on assumptions regarding the development of age- and gender-specific participation rates as well as the extent of immigration. It is therefore conditional on political decisions and on Switzerland's attractiveness as an investment location, factors that are hard to predict. Hence, the long-term forecasts presented in this study are to be viewed as conceivable scenarios with underlying assumptions presented as transparently as possible.

In a historical perspective, this study shows that, after strong cyclical fluctuations in the 1990s and at the time of the financial crisis, the output gap showed relatively small deviations from the zero line since 2009. It increased quite strongly, though, in early 2018, but has shrunk to 0.4 percent with the recent economic slowdown. Potential growth has fallen from around 2 percent per year before the financial crisis to around 1.5 percent in the last ten years. In the long run, potential growth will further dwindle to 1.1 percent by 2040 under the demographic assumptions adopted. In relation to the number of employed people, potential growth is set to remain stable by historical standards at close to 1 percent. However, per head of the total population, it will drop to around 0.5 percent in the 2020s and gradually recover to around 0.7 percent until 2040 as the proportion of people of retirement age tends to stabilise.

INHALT

1. Einleitung	1
2. Schätzung einer Produktionsfunktion für die Schweiz	4
2.1 Theoretische Grundlagen	4
2.2 Datenbasis, Spezifikation und Schätzergebnisse	6
3. Historische Berechnung des Potentialoutput und des Output Gap	10
4. Randwert-Instabilität	14
4.1 Rollende Schätzung der Produktionsfunktion	15
4.2 Rollende Schätzung der inflationsneutralen Erwerbslosenquote	16
4.3 Rollende Schätzung der zyklisch bereinigten Partizipationsrate und Arbeitszeit	17
4.4 Rollende Schätzung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens	18
4.5 Rollende Schätzung von Potentialoutput und Output Gap	19
5. Potentialprognose	22
5.1 Inflationsneutrales Arbeitsvolumen	22
5.2 Wachstum der Arbeitseffizienz	26
5.3 Wachstum des Kapitalstocks	27
5.4 Potentialwachstum und Wachstumsbeiträge	29
6. Prognose des Output Gap in konjunkturellen Zeithorizont	32
7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	35
Anhang: Die Praxis internationaler Institutionen	38
Literaturverzeichnis	42

1. Einleitung

Unter dem Potentialoutput wird dasjenige gesamtwirtschaftliche Aktivitätsniveau verstanden, das einer Normalauslastung der Produktionsfaktoren entspricht. Dabei wird Normalauslastung meist als Situation mit einer über die Zeit stabilen Inflationsrate definiert. Dem Potentialoutput kommt in makroökonomischen Analysen eine zentrale Rolle zu. Die aktuelle *Konjunkturlage* wird 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 langfristig zu erwartende Wirtschaftswachstum unabdingbar.

Der Nützlichkeits 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 grob in zwei Gruppen einteilen:

- *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.
- *Strukturelle* Methoden, die den Potentialoutput mithilfe einer *Produktionsfunktion* bestimmen, indem die Inputfaktoren ihren inflationsneutralen Niveaus gleichgesetzt und für Potentialprognosen in die Zukunft projiziert werden.

Die Abgrenzung zwischen den beiden Ansätzen ist grundsätzlich sinnvoll, wird aber dadurch etwas aufgeweicht, dass einerseits die Filtermethoden in letzter Zeit vermehrt strukturell-ökonomische Elemente einbeziehen und andererseits der Produktionsfunktionsansatz nicht ohne statistische Glättungsverfahren auskommt.

Die Eignung der beiden Verfahren ist je nach Verwendungszweck und Fristigkeit der Betrachtung unterschiedlich zu beurteilen. Filteransätze sind primär auf die historische Dekomposition der BIP-Entwicklung in Trend und Zyklus und die Bestimmung des momentanen Output Gap ausgerichtet. Sie sagen aber wenig über die ökonomischen Treiber des Wirtschaftswachstums aus und fallen deshalb für wirtschaftspolitische Analysen, wie z.B. die Frage nach den Gründen einer langanhaltenden Wachstumsschwäche, ausser Betracht. In prognostischer Hinsicht ist zu berücksichtigen, dass eine expansive oder rückläufige Gesamtnachfrage über ihren Einfluss auf die Investitionstätigkeit das Potentialwachstum in die gleiche Richtung treibt, so dass sich der Output Gap weniger stark verändert als dies bei unverändertem Potentialwachstum der Fall wäre. Auch damit ist ein struktureller Zusammenhang angesprochen, der in Filtermethoden nicht explizit dargestellt ist. In der langen Frist tritt der Output Gap als konjunkturelles Phänomen in den Hintergrund. Zwar wird auch ein langer Prognosezeitraum von

konjunkturellen Schwankungen geprägt sein. Das Niveau des BIP in 20 oder 30 Jahren wird aber davon im Vergleich zum zwischenzeitlich realisierten Potentialwachstum kaum beeinflusst. Für die Bestimmung des langfristigen Potentialpfades sind demografische Entwicklungen (Bevölkerungswachstum, Altersstruktur, Erwerbsquoten), die Kapitalakkumulation und der technische Fortschritt ausschlaggebend. Diese Faktoren sind nur im Produktionsfunktionsansatz adäquat abgebildet.

Diese Studie konzentriert sich auf den Produktionsfunktionsansatz. Die Filtermethoden werden in einem separaten Artikel behandelt (Stalder 2020a). Ein drittes Papier evaluiert die je nach Fragestellung unterschiedlichen Stärken und Schwächen der beiden Ansätze (Stalder 2020b). Grundlegende Untersuchungen zum Produktionsfunktionsansatz, an die sich diese Studie anlehnt, wurden von der OECD und der Europäischen Kommission durchgeführt. Sie sind im Anhang in knapper Form beschrieben.

Die Dichotomie zwischen einem langfristigen Wachstumstrend (angebotsseitig mit der Verfügbarkeit von Arbeit, Kapital und dem technischen Fortschritt erklärt) und einem transitorischen Zyklus (durch nachfrageseitige oder monetäre Schocks verursachte Trendabweichungen) ist nicht unumstritten. Insbesondere die Vertreter des "*Real Business Cycle*"-Ansatzes (RBC) kritisierten die Gleichsetzung von Trendabweichungen makroökonomischer Variablen mit nachfrageseitigen Schocks. Sie argumentierten, dass sich die zyklischen Schwankungen der Wirtschaftsaktivität ohne Rückgriff auf Lohn- und Preisrigiditäten weitgehend durch Technologie-Schocks erklären lassen (Kydland and Prescott 1982, Nelson and Plosser 1982, Plosser 1989). Als wirtschaftspolitische Konsequenz wurde daraus abgeleitet, dass keynesianisch motivierte Versuche zur Konjunkturstabilisierung unnütz oder sogar schädlich seien. Methodisch impliziert der RBC-Ansatz, dass die Wirtschaftsentwicklung nicht trendstationär ist, sondern sich aus der Summierung zeitlich unabhängiger Technologie-Schocks ergibt (random walk) und somit nicht prognostizierbar ist.

Die RBC-Sichtweise hat sich indessen nicht durchgesetzt. Wie von Mankiw (2006) dargelegt, hat sie vielmehr einer *neu-keynesianischen* Forschungsrichtung Platz gemacht. Diese lehnt sich zwar methodisch an den RBC-Ansatz an, kommt aber zum Schluss, dass nachfrageseitige und monetäre Schocks im Zusammenspiel mit trägen Lohn- und Preisanpassungen die Hauptursache der zyklischen Schwankungen der Wirtschaftsaktivität sind. Diese Auffassung spiegelt sich auch in dieser Untersuchung, indem davon ausgegangen wird, dass sich langfristig ein angebotsseitig bestimmter Wachstumstrend durchsetzt und der Einfluss des Output Gap auf das Potentialwachstum temporärer Natur ist.

Diese Vorstellung eines transitorischen Konjunkturzyklus liegt auch den Potentialprojektion der OECD zugrunde. Guillemette und Turner (2018) bringen dies wie folgt zum Ausdruck: "The difference between a short-run and a long-run economic outlook is akin to the difference between a weather forecast and a climate scenario. High-frequency fluctuations can largely be ignored in an exercise focused instead on identifying and projecting slow-moving trends." Dies ist zwar zutreffend, bedeutet aber nicht, dass sich die "slow-moving trends" zuverlässig prognostizieren lassen. Davon geht letztlich auch die OECD aus, wenn sie betont, dass ihre langfristigen Projektionen als Szenarien zu verstehen sind, die auf transparent dargestellten und wirtschaftspolitisch beeinflussbaren Annahmen beruhen. So ist z.B. denkbar, dass die Alterung der Bevölkerung unter der Annahme unveränderter altersspezifischer Erwerbsquoten zu einem rückläufigen Wachstum des pro-Kopf BIP und Problemen bei der Finanzierung der Sozialversicherungen führt. Mit einem solchen Basisszenario würde aber nicht eine unverrückbar düstere Zukunft

prognostiziert. Vielmehr wäre abzuklären, wie den sich abzeichnenden Problemen wirtschaftspolitisch begegnet werden kann (Förderung der Erwerbstätigkeit der Frauen, Kopplung des Rentenalters an die Lebenserwartung, Abbau von innovationshemmenden Regulierungen, usw.). Einem Alternativszenario kommt dann die Aufgabe zu, die Wirksamkeit solcher Massnahmen zu evaluieren.

Langfristigen Potentialschätzungen liegt das Kriterium der *Nachhaltigkeit* zugrunde. Damit ist gemeint, dass der Potentialpfad so zu bestimmen ist, dass eine Entwicklung der Wirtschaft auf diesem Pfad nicht in unhaltbare Ungleichgewichte mündet. Dabei wird Nachhaltigkeit meist mit einer langfristig konstanten Inflationsrate gleichgesetzt. Die in die Potentialschätzung eingehende Beschäftigungsentwicklung muss folglich mit einer Gleichgewichts-Arbeitslosigkeit gemäss dem Konzept der NAIRU (non-accelerating inflation rate of unemployment) oder der NAWRU (non-accelerating wage rate of unemployment) kompatibel sein. Dieses Nachhaltigkeitskriterium bezieht sich primär auf die Geldpolitik.

Ob jedoch ein inflationsneutraler Potentialpfad auch mit der Absenz anderer denkbarer Ungleichgewichte, z.B. aussenwirtschaftlicher oder finanzpolitischer Art, gleichgesetzt werden kann, ist nicht garantiert. So zeigen die Untersuchungen der OECD, dass das Kapitalstockwachstum in verschiedenen Entwicklungsländern dadurch limitiert ist, dass sich Ertragsbilanzdefizite bei fehlender Kapitalmobilität nicht über längere Zeit aufrechterhalten lassen. Des Weiteren führt die demografische Alterung in vielen Industrieländern dazu, dass eine Stabilisierung der Verschuldungsquoten nur über eine erhöhte steuerliche Belastung des Privatsektors zu erreichen ist. Beides wirkt sich hemmend auf das Potentialwachstum aus. Auch Borio et al. (2013) erweitern den Potentialbegriff durch den Einbezug makroökonomischer und finanzpolitischer Stabilitätskriterien. Sie gelangen zu Schätzungen des Potentialpfades und des Output Gap, die deutlich von denjenigen abweichen, die sich ergeben, wenn allein auf Inflationsneutralität abgestellt wird. Schliesslich können auch starke Konjunkturschwankungen und volatile Inflationsraten aufgrund der daraus resultierenden Planungsunsicherheit die Investitionstätigkeit hemmen und sich so in einem geringeren Potentialwachstum niederschlagen. Diesem Zusammenhang wird von der OECD in ihren Ländervergleichen Rechnung getragen.

2. Schätzung einer Produktionsfunktion für die Schweiz

2.1 Theoretische Grundlagen

Einer Produktionsfunktion liegt die Vorstellung zugrunde, dass der Output eines Produktionsprozesses eine Funktion der Inputfaktoren ist. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene handelt es sich beim Output um das BIP (Y), und als Inputfaktoren erscheinen im einfachsten Fall der Arbeitseinsatz (L) und der Kapitaleinsatz (K): $Y = f(L, K)$. Die Produktionsfunktion wird mathematisch meist so spezifiziert, dass sie konstante Skalenerträge aufweist: Verändern sich die Inputs L und K gleichzeitig um $x\%$, so verändert sich auch der Output Y um $x\%$. Weiter gilt das Gesetz abnehmender Grenzprodukte. Es besagt, dass die Arbeitsproduktivität Y/L zwar ansteigt, wenn der Faktor Arbeit L mit mehr Kapital K kombiniert wird, der Effekt der Kapitalintensivierung aber immer weiter abflacht. Folglich lässt sich ein anhaltendes Wachstum der Arbeitsproduktivität, wie man es empirisch beobachtet, allein mit Kapitalintensivierung des Produktionsprozesses nicht erklären. Voraussetzung dafür ist, dass technischer Fortschritt stattfindet. Formal wird dies durch die Erweiterung der Produktionsfunktion zu $Y = f(E, L, K)$ zum Ausdruck gebracht, wobei der Faktor E alle produktivitätssteigernden Einflüsse zusammenfasst (Technologie, Ausbildung, Arbeitsmotivation, Management).

Diese oft als "neoklassisch" bezeichnete Produktionsfunktion stellt die komplexe Wirklichkeit sehr simplifiziert dar. Sie wurde denn auch in verschiedener Hinsicht kritisiert. Wenn zum Beispiel der Produktionsprozess aus dem Einsatz von Arbeitern und Maschinen besteht, ist es fraglich, ob sich der Output durch mehr identische Maschinen pro Arbeiter oder mehr identische Arbeiter pro Maschine steigern lässt. Realistischer ist der sogenannte "vintage"-Ansatz, wo das Faktoreinsatzverhältnis auf bestehenden Produktionsanlagen fix ist und sich die Produktivität im Zeitverlauf nur steigern lässt, indem alte Produktionsanlagen ausser Betrieb genommen und durch effizientere Produktionsanlagen ersetzt werden (Wickens 1970, Ando et al. 1974, Stalder 1991, 1994, 2001). Noch grundlegender wurde das Konzept gesamtwirtschaftlicher Produktionsfunktionen in der "Cambridge Capital Controversy" durch Joan Robinson in Frage gestellt (Robinson 1953, Cohen und Harcourt 2003). In der Praxis ist diese Kritik aber weitgehend wirkungslos geblieben, weil die neoklassische Produktionsfunktion ziemlich gut in Einklang mit den empirischen Fakten steht.

Dies gilt insbesondere für ihre Konkretisierung in Form einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion:

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

E_t stellt in dieser Formulierung ein Mass für den sogenannten *labor augmenting technical progress* dar, wobei "technical" zu eng gefasst ist, denn E_t soll alle Faktoren, also auch institutionelle, organisatorische und qualifikationsmässige Einflüsse repräsentieren, welche die Effizienz des Arbeitseinsatzes erhöhen. Alternativ kann die Cobb-Douglas-Funktion auch als

$$Y_t = B_t L_t^\alpha K_t^{(1-\alpha)} \quad (2)$$

formuliert werden, wobei B_t nun ein Mass für die *totale Faktorproduktivität* darstellt. Ob der technische Fortschritt als Harrod-neutral (1) oder Hicks-neutral (2) angenommen wird, ist unter der Cobb-Douglas-Funktionsform einerlei, denn bei (2) handelt es sich um eine identische Umformulierung von (1) mit

$B_t = E_t^\alpha$. Wir halten uns im Folgenden an (1), weil sich mit dieser Formulierung verschiedene theoretische Zusammenhänge klarer herausarbeiten lassen.

Die Cobb-Douglas-Produktionsfunktion weist eine Substitutionselastizität von minus Eins auf: Eine Änderung des Faktorpreisverhältnisses (Lohn/Kapitalkosten) zieht bei Kostenminimierung eine umgekehrt proportionale Änderung des Faktoreinsatzverhältnisses (L/K) nach sich. Die Einkommensanteile von Arbeit und Kapital bleiben mithin über die Zeit konstant, wobei diese Anteile durch α bzw. $(1-\alpha)$ gegeben sind. Diese Implikation steht in Einklang mit der empirischen Beobachtung, dass die funktionale Einkommensverteilung in den meisten Ländern mit einem Anteil der Arbeitseinkommen von rund 65% über die Zeit ziemlich konstant blieb.

In der empirischen Anwendung ist E_t nicht direkt beobachtbar. Für die Herleitung einer theoretischen Benchmark-Entwicklung soll zunächst unterstellt werden, dass E_t mit einer konstanten Rate θ wächst:

$$E_t = E_0 e^{\theta t} \quad (3)$$

Nimmt man weiter an, dass auch der Arbeitseinsatz und der Kapitalstock mit konstanten Raten wachsen

$$L_t = L_0 e^{\lambda t} \quad K_t = K_0 e^{\kappa t} \quad (4)$$

so wächst der Output Y_t (das BIP) mit einer konstanten Rate γ :

$$Y_t = Y_0 e^{\gamma t} \quad \text{wobei } \gamma = \alpha(\lambda + \theta) + (1 - \alpha)\kappa. \quad (5)$$

Langfristige Potentialprojektionen - z.B. diejenigen der OECD - machen sich den Umstand zunutze, dass der Kapitalkoeffizient K_t/Y_t in den meisten Ländern langfristig annähernd konstant ist, auf Jahresbasis bei einem Wert von knapp 3. Als Ausgangspunkt für die Festlegung des langfristigen Wachstums des Kapitalstocks ist der Verweis auf einen empirisch konstanten Kapitalkoeffizienten K_t/Y_t jedoch etwas problematisch, denn das Wachstum von Y_t hängt ja gemäss (1) oder (2) seinerseits von der Entwicklung von K_t ab. Zudem fehlt eine theoretische Begründung für die Konstanz des Kapitalkoeffizienten. Auf Basis der vorstehenden Gleichungen bietet sich dafür die folgende Erklärung an. Der Term $E_t L_t$ in (1), der sich als *Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten* auffassen lässt, wächst mit der Rate $\lambda + \theta$. Damit die Grenzproduktivität des Kapitals konstant bleibt, muss das Faktoreinsatzverhältnis – gemessen als $K_t/(E_t L_t)$ – konstant bleiben, der Kapitalstock K_t also mit der gleichen Rate wachsen wie der Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten ($\kappa = \lambda + \theta$). Bei einem stärkeren Wachstum von K_t würde das Grenzprodukt des Kapitaleinsatzes laufend sinken, was den Investitionsanreiz zum Erliegen brächte. Umgekehrt würde bei einem schwächeren Wachstum von K_t das Grenzprodukt des Kapitaleinsatzes laufend steigen, was einen erhöhten Anreiz für Kapitalinvestitionen zur Folge hätte. Auf einem gleichgewichtigen langfristigen Wachstumspfad muss sich der Kapitalstock also proportional zum Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten entwickeln. Die gemeinsame Wachstumsrate $\lambda + \theta$ überträgt sich dann aufgrund konstanter Skalenerträge auf den Output Y_t , was als Implikation einen konstanten Kapitalkoeffizienten K_t/Y_t mit sich bringt. Auf einem solchen "steady-state" Wachstumspfad wächst die Arbeitsproduktivität Y_t/L_t mit der Rate θ , und auch die Kapitalintensität, wenn man sie als K_t/L_t und nicht $K_t/(E_t L_t)$ misst, wächst mit der Rate θ . Ein positiver Wert des Parameters θ ist Voraussetzung für ein anhaltendes Produktivitätswachstum. Ohne eine Effizienzsteigerung des Faktors Arbeit würde das Wachstum des Kapitalstocks langfristig auf das Wachstum des Arbeitseinsatzes zurückfallen und die Arbeitsproduktivität würde stagnieren.

2.2 Datenbasis, Spezifikation und Schätzergebnisse

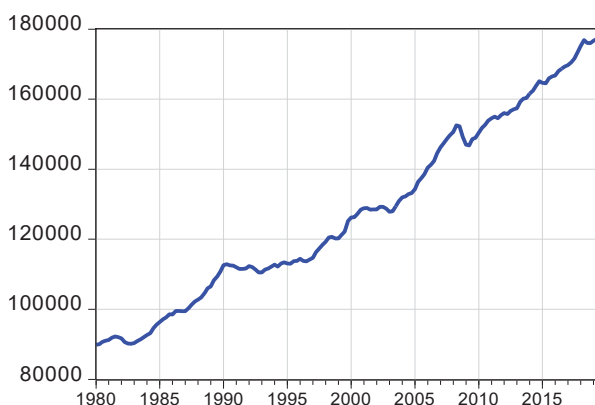
Für die Schätzung der Produktionsfunktion werden die folgenden Quartalsreihen verwendet (Grafik 1):

- Der Output Y wird als reales BIP gemessen.
- Für den Arbeitseinsatz L wird die Zahl der in der Schweiz geleisteten Arbeitsstunden gemäss Arbeitsvolumenstatistik des BFS verwendet. Diese Reihe entspricht definitorisch dem Produkt aus der Zahl der Erwerbstätigen in Vollzeitäquivalenten und der durchschnittlichen Arbeitszeit.
- Die Messreihe für den Kapitaleinsatz K stützt sich auf Berechnungen des BFS zum realen nichtfinanziellen Kapitalstock der Schweiz, schliesst jedoch die Wohnbauten aus, da sie grossmehrheitlich nicht produktionsrelevant sind. Die Jahresreihen des BFS gehen von 1990 bis 2018. Sie wurden anhand der vierteljährlichen Investitionsreihen quartalisiert und auf den Zeitraum 1980q1 bis 2019q2 verlängert. Dabei wird für die Bauten ein konstante und für die Anlagen einen linear ansteigende Abschreibungsrate verwendet. Der Kapitalkoeffizient liegt wegen des Ausschlusses der Wohnbauten unter dem üblichen Wert von 3.

Diese Daten wurden mir vom SECO zur Verfügung gestellt.¹ Sie sind, sofern notwendig, saisonbereinigt.

Grafik 1: Daten für die Schätzung der Produktionsfunktion, 1980q1 – 2019q2

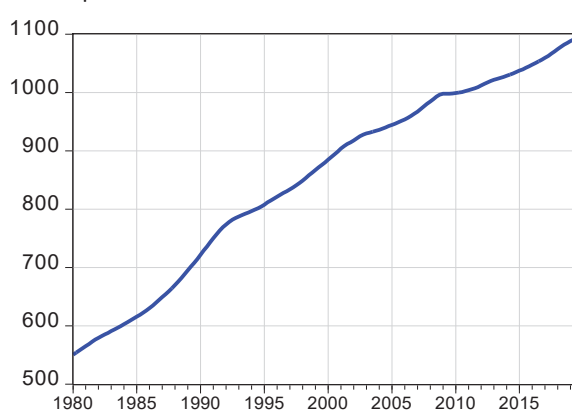
Y BIP in Mio. CHF zu Preisen von 2010



L Arbeitsvolumen in Mio. Stunden pro Quartal



K Kapitalstock im Mrd. CHF zu Preisen von 2010



$K/(4*Y)$ Kapitalkoeffizient



¹ Eine genaue Beschreibung findet sich in SECO (2019), Datenappendix.

In logarithmischer Form schreibt sich die Schätzgleichung für die Produktionsfunktion (1) wie folgt:

$$\text{LOG}(Y_t) = \alpha(\text{LOG}(L_t) + \text{LOG}(E_t)) + (1 - \alpha)\text{LOG}(K_t) + \text{RES}_t$$

Unterstellt man für die nicht beobachtbare Effizienz des Arbeitseinsatzes E_t ein konstantes Wachstum ($E_t = E_0 e^{\theta t}$), so erhält man die Schätzgleichung

$$\text{LOG}(Y_t) = \text{const} + \alpha(\text{LOG}(L_t) + \theta t) + (1 - \alpha)\text{LOG}(K_t) + \text{RES}_t, \quad (6)$$

wobei $\text{LOG}(E_0)$ der Konstanten zugeordnet ist.

Diese Spezifikation bewährt sich nicht. Die Gleichungsresiduen RES_t weisen ein Muster auf, das darauf hindeutet, dass das Wachstum der Arbeitseffizienz von 1980 bis Mitte der 1990er Jahre schwach war, von 1995 bis zur Finanzkrise deutlich angestiegen ist und nach 2008 wieder abflachte.

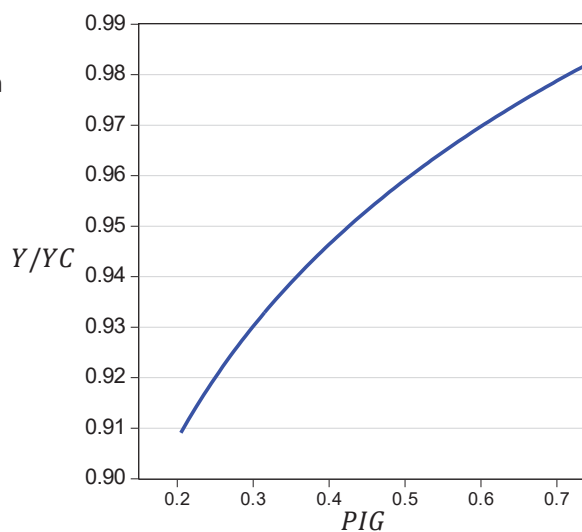
Ein zweites Problem mit Gleichung (6) besteht darin, dass sich Konjunkturschwankungen stärker auf Y_t auswirken als auf die Produktionsfaktoren L_t und K_t , was sich in einem zyklischen Muster der Residuen niederschlägt (DW = 0.14). Dies legt nahe, die Gleichung um einen Term zu erweitern, der für die wechselnde Auslastung der Produktionsfaktoren kontrolliert. Am besten dafür eignet sich ein auf Basis der KOF-Industrienumfrage gebildeter Indikator PIG_t , der den Anteil der Firmen erfasst, welche die Produktionskapazität als "zu klein" melden. Für diese Firmen wird angenommen, dass sie einer Überschussnachfrage gegenüberstehen und an der Kapazitätsgrenze operieren ($y_t = y_{c_t} < y_{d_t}$), für den Komplementäranteil ($1 - PIG_t$) der Firmen, dass sie nachfragerestringiert sind: $y_t = y_{d_t} < y_{c_t}$. Unter geeigneten Annahmen zur Verteilung von y_{c_t} und y_{d_t} in der Population der Firmen ergibt sich auf aggregierter Ebene die folgende Beziehung zwischen dem BIP (Y_t) und der Produktionskapazität (YC_t):²

$$Y_t = YC_t PIG_t^\gamma \quad \text{bzw.} \quad \text{LOG}(Y_t/YC_t) = \gamma \text{LOG}(PIG_t)$$

Im nie erreichten Grenzfall $PIG_t = 1$ (alle Unternehmungen kapazitätsrestringiert) würde auf aggregierter Ebene gelten: $Y_t = YC_t$. Werte von $PIG_t < 1$ implizieren in zunehmendem Mass eine Unterauslastung der gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazität: $Y_t/YC_t < 1$. Der Parameter γ bestimmt die Konvexität dieser Beziehung. Für $\gamma = 0.06$ ergibt sich der in Grafik 2 gezeigte Zusammenhang.

Grafik 2:

Zusammenhang zwischen dem Anteil PIG der kapazitätsrestringierten Firmen und der Kapazitätsauslastung Y/YC ($Y/YC = PIG^\gamma$, $\gamma = 0.06$)



² Vgl. Stalder (1991, 2010)

Erweitert man Gleichung (6) um den Term $\gamma \text{LOG}(PIG_t)$ und lässt phasenweise unterschiedliche Wachstumsraten der Arbeitseffizienz zu, so ergibt sich die folgende Schätzgleichung:

$$\text{LOG}(Y_t) = \text{const} + \alpha(\text{LOG}(L_t) + \theta_1 t_{80} + \theta_2 t_{95} + \theta_3 t_{08}) + (1 - \alpha)\text{LOG}(K_t) + \gamma \text{LOG}(PIG_t) + \text{RES}_t \quad (7)$$

Sample: 1980Q1 2019Q2

$$\text{LOG(GDP)} = \text{CONST} + \text{ALPHA} * (\text{LOG(LVOLUS)} + \text{THETA1} * \text{T80} + \text{THETA2} * \text{T95} + \text{THETA3} * \text{T08}) + (1 - \text{ALPHA}) * \text{LOG(KSTOCK)} + \text{GAMMA} * \text{LOG(PIG)} \quad (8)$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CONST	4.448226	0.042284	105.1992	0.0000
ALPHA	0.668442	0.039597	16.88100	0.0000
THETA1	0.001779	0.000248	7.162711	0.0000
THETA2	0.001948	0.000353	5.521933	0.0000
THETA3	-0.001027	0.000215	-4.779197	0.0000
GAMMA	0.060128	0.003575	16.81683	0.0000
R-squared	0.998339	Mean dependent var		11.73672
Adjusted R-squared	0.998285	S.D. dependent var		0.202956
S.E. of regression	0.008406	Akaike info criterion		-6.682606
Sum squared resid	0.010739	Schwarz criterion		-6.566305
Log likelihood	533.9259	Hannan-Quinn criter.		-6.635375
F-statistic	18275.77	Durbin-Watson stat		0.528705

Die Gleichung enthält drei Zeittrends. $T80$ ist ein durchgehender Zeittrend, $T95$ und $T08$ setzen in 1995q3 bzw. 2008q4 ein. Somit wächst die Effizienz des Faktors Arbeit von 1980q1 bis 1995q2 mit der Rate $\text{THETA1} = 0.001779$, ab 1995q3 mit der Rate $\text{THETA1} + \text{THETA2} = 0.003727$ und ab 2008q4 mit der Rate $\text{THETA1} + \text{THETA2} + \text{THETA3} = 0.002700$. Umgerechnet auf Jahresraten besagt dies, dass sich das Effizienzwachstum Mitte der 1990er Jahre von 0.71 Prozent auf 1.50 Prozent erhöhte und ab Ende 2008 auf 1.09 Prozent zurückfiel.³ Der Schätzwert für ALPHA entspricht ungefähr dem Anteil der Arbeitseinkommen am BIP.⁴ Der Schätzwert für GAMMA impliziert den bereits in Grafik 2 gezeigten Zusammenhang zwischen PIG und der Kapazitätsauslastung. Die Residuen sind noch immer autokorreliert ($DW = 0.53$), können aber als stationär betrachtet werden (Dickey-Fuller t-Wert = -5.35), so dass von einer stabilen Langfristbeziehung der Niveauvariablen ausgegangen werden kann. Nicht-logarithmiert stellt sich diese Beziehung wie folgt dar:

$$Y_t = e^{\text{const}} (L_t E_0 e^{\theta_1 t_{80} + \theta_2 t_{95} + \theta_3 t_{08}})^{\alpha} K_t^{(1-\alpha)} PIG_t^{\gamma} e^{\text{RES}_t} \quad (9)$$

³ Das Einsetzen der drei Trends ist nach einem Fit-Kriterium bestimmt.

⁴ Die OECD unterstellt in ihren Potentialschätzungen für alle Länder ein ALPHA von 0.67. In der Schweiz liegt der Anteil der Lohneinkommen am BIP bei rund 57 Prozent. ALPHA auf diesen Wert zu restringieren wäre nicht sinnvoll; es würde voraussetzen, dass die Produktionsfaktoren genau nach ihren Grenzprodukten entschädigt werden, was nicht zuzutreffen braucht.

In einem dynamisch erweiterten Fehlerkorrekturmodell ergeben sich die folgenden Schätzergebnisse:

Sample: 1980Q2 2019Q2

$$\begin{aligned} \text{DLOG(GDP)} = & C1 \cdot \text{DLOG(GDP(-1))} + C2 \cdot \text{DLOG(LVOLUS)} + C3 \cdot \text{DLOG(KSTOCK)} \\ & + C4 \cdot \text{DLOG(PIG)} \\ & - C5 \cdot [\text{LOG(GDP(-1))} - \text{CONST} - \text{ALPHA} \cdot (\text{LOG(LVOLUS(-1))} + \text{THETA1} \cdot \text{T80(-1)}) \\ & + \text{THETA2} \cdot \text{T95(-1)} + \text{THETA3} \cdot \text{T08(-1)}] - (1 - \text{ALPHA}) \cdot \text{LOG(KSTOCK(-1))} \\ & - \text{GAMMA} \cdot \text{LOG(PIG(-1))} \end{aligned}$$

C1	0.328460	0.084052	3.907846	0.0001
C2	0.184930	0.115409	1.602389	0.1112
C3	0.993071	0.479122	2.072689	0.0400
C4	0.026208	0.006196	4.229461	0.0000
C5	0.218320	0.056485	3.865103	0.0002
CONST	4.528963	0.121550	37.26000	0.0000
ALPHA	0.548622	0.118373	4.634693	0.0000
THETA1	0.001161	0.001004	1.156885	0.2492
THETA2	0.003595	0.001715	2.095970	0.0378
THETA3	-0.001618	0.000763	-2.120284	0.0357
GAMMA	0.031898	0.017356	1.837896	0.0681
R-squared	0.375481	Mean dependent var	0.004326	
Adjusted R-squared	0.332706	S.D. dependent var	0.006107	
S.E. of regression	0.004989	Akaike info criterion	-7.695721	
Sum squared resid	0.003634	Schwarz criterion	-7.481589	
Log likelihood	615.1141	Hannan-Quinn criter.	-7.608755	
Durbin-Watson stat	1.850579			

Die in diese Gleichung eingebaute Kurzfrist-Dynamik eliminiert die Autokorrelation (DW = 1.85) und führt zu kleineren Schätzwerten für GAMMA und ALPHA. Der Fehlerkorrekturparameter C5 ist signifikant. Das Effizienzwachstum ist bis Mitte der 1990er Jahre tiefer als in der Niveaugleichung, steigt dann stärker an und fällt ab Ende 2008 deutlicher zurück. Im Folgenden halten wir uns an die einfachere Gleichung (8), die aufgrund des Dickey-Fuller-Tests als stabile Langfristbeziehung gesehen werden kann.

3. Historische Berechnung des Potentialoutput und des Output Gap

Der aus Schätzgleichung (8) abzuleitende Potentialoutput soll einer *inflationsneutralen* Situation auf dem Arbeitsmarkt entsprechen. Bei Verwendung des tatsächlichen Arbeitsvolumens L wäre dieses Kriterium nicht erfüllt, denn der Arbeitsmarkt war häufig von Situationen geprägt, in denen eine hohe oder tiefe Arbeitslosigkeit die Inflation nach unten bzw. nach oben trieb. Mit anderen Worten ist L für die Berechnung des Potentialoutput anhand der Abweichungen der tatsächlichen Erwerbslosenquote von ihrem inflationsneutralen Wert auf ein Niveau umzurechnen, bei dem sich der Arbeitsmarkt stets in einem inflationsneutralen Gleichgewicht befunden hätte. Die inflationsneutrale Erwerbslosenquote kann als NAIRU (konstante Preisinflation) oder als NAWRU (konstantes Lohnwachstum) bestimmt werden. Weiter ist zu berücksichtigen, dass auch die Partizipationsrate $PRATE$ (Anteil der Erwerbstätigen und Erwerbslosen an der Bevölkerung im Erwerbsalter) und die Arbeitszeit $HOURS$ ein konjunkturelles Muster aufweisen, das aus der Entwicklung des Arbeitsvolumens herauszurechnen ist.

Ausgangspunkt dieser Berechnungen ist die folgende Definitionsgleichung für das in der Schätzung der Produktionsfunktion verwendete Arbeitsvolumen L :

$$L = POP \cdot PRATE \cdot (1 - URATE) \cdot HOURS \quad (10)$$

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. Das Produkt $POP \cdot PRATE$ entspricht definitorisch der Erwerbsbevölkerung (in Vollzeitäquivalenten), $POP \cdot PRATE \cdot (1 - URATE)$ bestimmt die Zahl der tatsächlich Erwerbstätigen (in Vollzeitäquivalenten) und $POP \cdot PRATE \cdot (1 - URATE) \cdot HOURS$ das in Stunden gemessene Arbeitsvolumen L . Diese Variablen sind wie folgt berechnet:

- Für die Berechnung von POP werden aus den Jahresendwerten der BFS-Bevölkerungsstatistik Jahresmittel gebildet und mit dem Chow-Lin-Verfahren quartalisiert (Chow and Lin 1971).
- Die ILO-Erwerbslosenquote $URATE$, die ab 1991q1 verfügbar ist, wird mit der Quote der Stellensuchenden bis 1980q1 rückverlängert.
- Die durchschnittliche Arbeitszeit pro Quartal $HOURS$, die schon für die Berechnung des Arbeitsvolumens L verwendet wurde, stammt aus der Arbeitsvolumenstatistik des BFS.
- Die Partizipationsrate $PRATE$ ergibt sich als Quotient aus Erwerbsbevölkerung und POP bzw. residual, indem Gleichung (10) nach $PRATE$ aufgelöst wird.

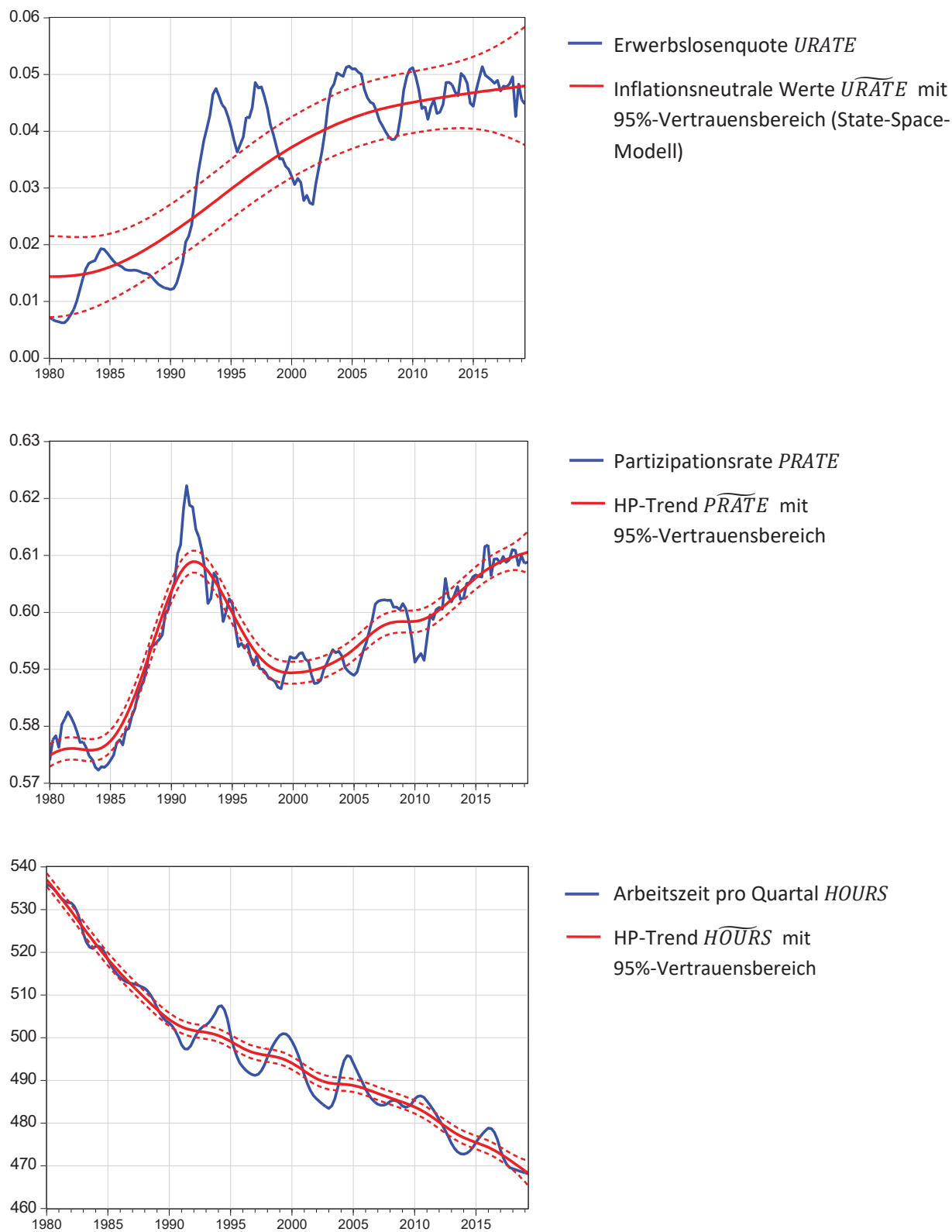
Auch diese Daten wurden mir vom SECO zur Verfügung gestellt.

Für die Bestimmung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens \tilde{L} müssen nun in Gleichung (10) die folgenden Substitutionen vorgenommen werden:

$$\tilde{L} = POP \cdot \overline{PRATE} \cdot (1 - \overline{URATE}) \cdot \overline{HOURS} \quad (11)$$

Die für $URATE$ eingesetzte inflationsneutrale Erwerbslosenquote \overline{URATE} wird anhand eines State-Space-Modells bestimmt, das zwei State-Gleichungen und eine Signalgleichung enthält. Die State-Gleichungen besagen, dass \overline{URATE} gegenüber dem jeweiligen Vorquartalswert von einem Schockterm getrieben wird, der seinerseits als Random-Walk spezifiziert ist. Die Signalgleichung postuliert, dass die Veränderung der Lohninflation von der Differenz $URATE - \overline{URATE}$ abhängt, so dass eine Situation mit

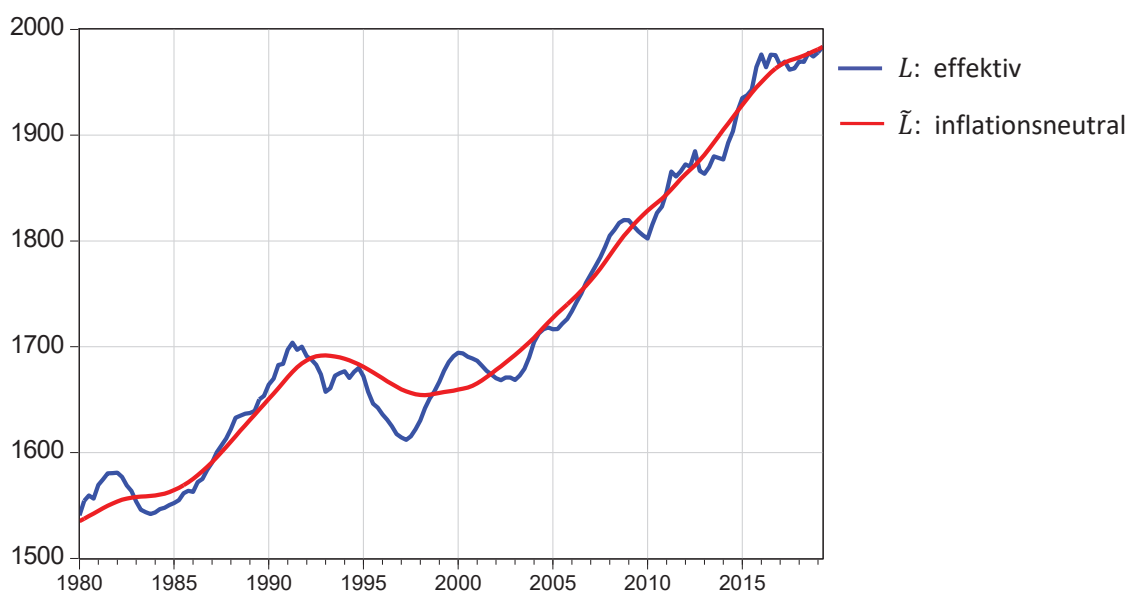
Grafik 3: Zyklische Bereinigung der Erwerbslosenquote, der Partizipationsrate und der Arbeitszeit



$URATE = \widetilde{URATE}$ als inflationsneutral zu betrachten ist (NAWRU).⁵ Wie Grafik 3 zeigt, zieht \widetilde{URATE} einen abgeflacht ansteigenden Trend durch $URATE$. \widetilde{URATE} in einer simplen Phillips-Kurven-Schätzung als konstant zu unterstellen, wäre offensichtlich nicht adäquat. $URATE$ würde in der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums meist unter und danach meist über diesem konstanten Wert liegen. Dies würde zuerst eine anhaltend steigende und dann eine anhaltend sinkende Lohninflation implizieren, was nicht der Realität entspricht. Die zyklisch bereinigten Verläufe von \widetilde{PRATE} und \widetilde{HOURS} werden mit dem HP-Filter aus $PRATE$ und $HOURS$ extrahiert.

Mit diesen Substitutionen resultiert aus Gleichung (11) der in Grafik 4 dargestellte Verlauf des inflationsneutralen Arbeitsvolumens \widetilde{L} . Das tatsächliche Arbeitsvolumen L lag von 1988 bis Mitte 1991 über \widetilde{L} , was inflationstreibend war, fiel dann bis 1998 deutlich darunter, was die Inflation von hohen Werten gegen null fallen liess. Um die Jahrtausendwende ging vom Arbeitsmarkt wieder ein Inflationsdruck aus. Danach wechseln sich Phasen mit eher geringen Abweichungen $L < \widetilde{L}$ bzw. $L > \widetilde{L}$ ab. Am Ende des Beobachtungszeitraums liegt eine praktisch inflationsneutrale Situation vor.

Grafik 4: Arbeitsvolumen L (in Mio. Stunden pro Quartal) und inflationsneutrale Werte \widetilde{L}



Der Potentialoutput $YPOT$ kann nun aus der Produktionsfunktion (9) abgeleitet werden, indem \widetilde{L} für L substituiert wird, PIG auf dem langfristigen Mittelwert \overline{PIG} konstant gehalten wird und die Residuen RES_t auf null gesetzt werden:

$$YPOT_t = e^{const} (\widetilde{L}_t E_0 e^{\theta_1 t_{80} + \theta_2 t_{95} + \theta_3 t_{08}})^\alpha K_t^{(1-\alpha)} \overline{PIG}^\gamma \quad \text{bzw.} \quad (12)$$

$$\text{LOG}(YPOT_t) = const + \alpha(\text{LOG}(\widetilde{L}_t) + \theta_1 t_{80} + \theta_2 t_{95} + \theta_3 t_{08}) + (1 - \alpha)\text{LOG}(K_t) + \gamma\text{LOG}(\overline{PIG}) \quad (13)$$

⁵ Die Lohninflation wurde anhand des mit dem Chow-Lin-Verfahren quartalisierten BFS-Lohnindex berechnet.

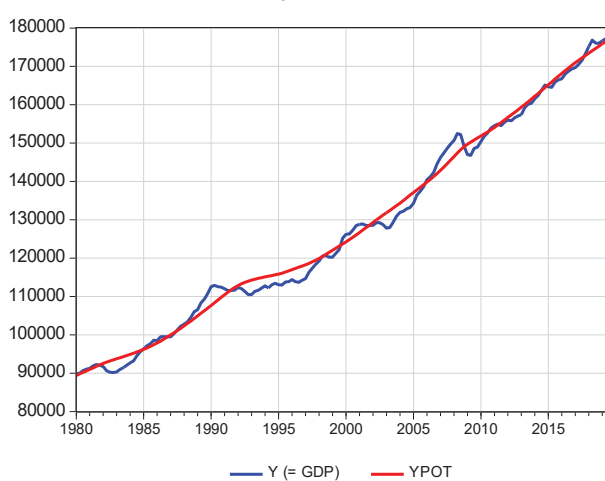
Grafik 5a stellt den aus dieser Berechnung resultierenden Potentialoutput dem effektiven BIP gegenüber. Grafik 5b vergleicht den als prozentuale Abweichung des BIP vom Potential berechneten Output Gap mit dem anhand des HP-Filters berechneten Output Gap (HP-Gap). Ab 1999 sind die Abweichungen zwischen den beiden Berechnungen gering. Von 1982 bis 1984 und um die Mitte der 1990er Jahre ist der Output Gap im Produktionsfunktionsansatz hingegen stärker negativ als der HP-Gap. Umgekehrt steigt er gegen Ende der 1980er Jahre zu stärker positiven Werten an. Insgesamt zeigt der HP-Filter eine geringere Schwankungsbreite des Output Gap. Zurückzuführen ist dies darauf, dass der HP-Trend nach ausgeprägten Konjunkturausschlägen vergleichsweise rasch wieder zum effektiven BIP tendiert. So ist der HP-Gap zum Beispiel Mitte der 1990er Jahre nach einer relativ kurzen Phase mit negativen Werten bereits wieder geschlossen - ein Ergebnis, das ökonomisch wenig plausibel erscheint. Für einen Mitte der 1990er Jahre geschlossenen Output Gap müsste sich im Produktionsfunktionsansatz das Wachstum des Kapitalstocks und des inflationsneutralen Arbeitsvolumens stärker abgeschwächt haben als dies effektiv der Fall war. In den in Stalder (2020a) präsentierten multivariaten Filteransätzen sprechen die anhaltend hohe Arbeitslosigkeit und die bis 1998 auf null zurückfallende Inflation gegen eine rasche Schliessung des Output Gap.

Grafik 5: Potentialoutput und Output Gap - Cobb-Douglas-Produktionsfunktion

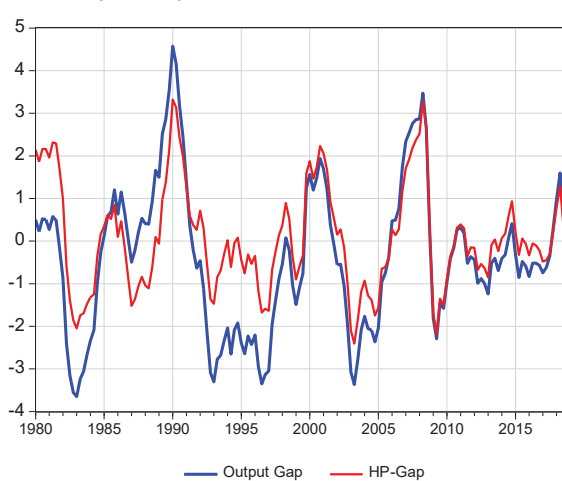
Potentialoutput: Berechnung mit Gleichung (12)

Output Gap: Prozentuale Abweichung des BIP vom Potentialoutput

a) BIP und Potentialoutput



b) Output Gap

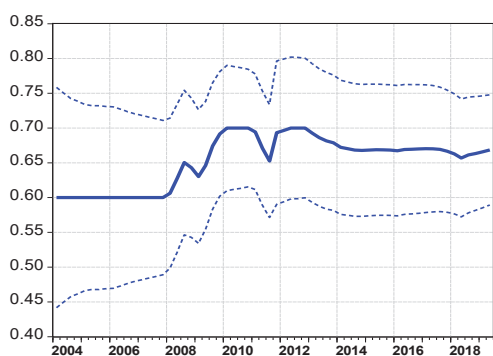


4.1 Rollende Schätzung der Produktionsfunktion

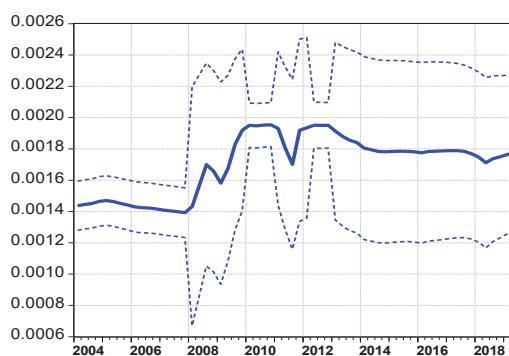
Gemäss der in Abschnitt 2.2 geschätzten Produktionsfunktion hat sich das Effizienzwachstum ab Ende 2008 verflacht. Der entsprechende Term $\text{THETA3} \cdot \text{T08}$ stellt in den rollenden Schätzungen ein Problem dar, denn THETA3 kann nur geschätzt werden, wenn die Daten genügend weit über 2008 hinausgehen. Den folgenden Berechnungen liegt die Vorstellung zugrunde, dass man angesichts einer Häufung negativer Gleichungsresiduen ab 2009 den Term $\text{THETA3} \cdot \text{T08}$ in die Gleichung eingefügt hätte, THETA3 aber auf null setzt (bzw. den Term nicht in die Gleichung aufnimmt), solange der Schätzwert für THETA3 nicht signifikant negativ ist.

Grafik 7: Rollende Schätzung der Parameter der Produktionsfunktion mit 95%-Vertrauensbereich

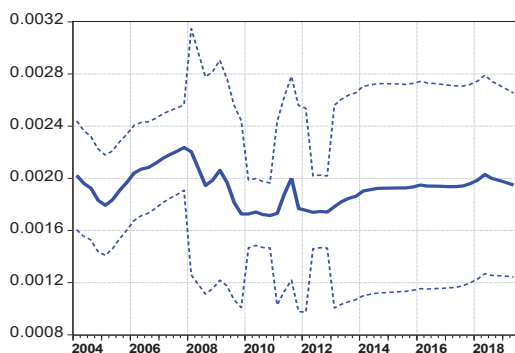
ALPHA



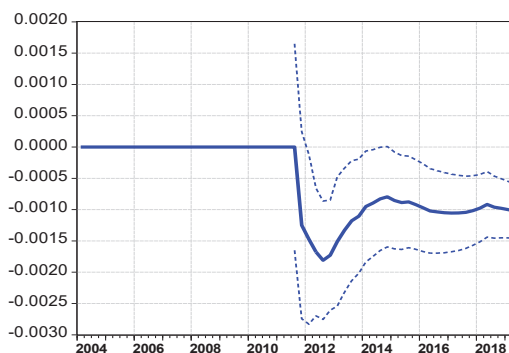
THETA1



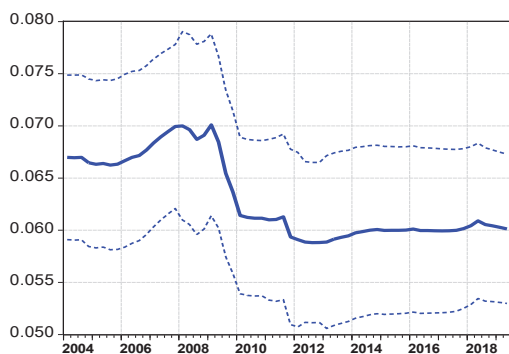
THETA2



THETA3



GAMMA

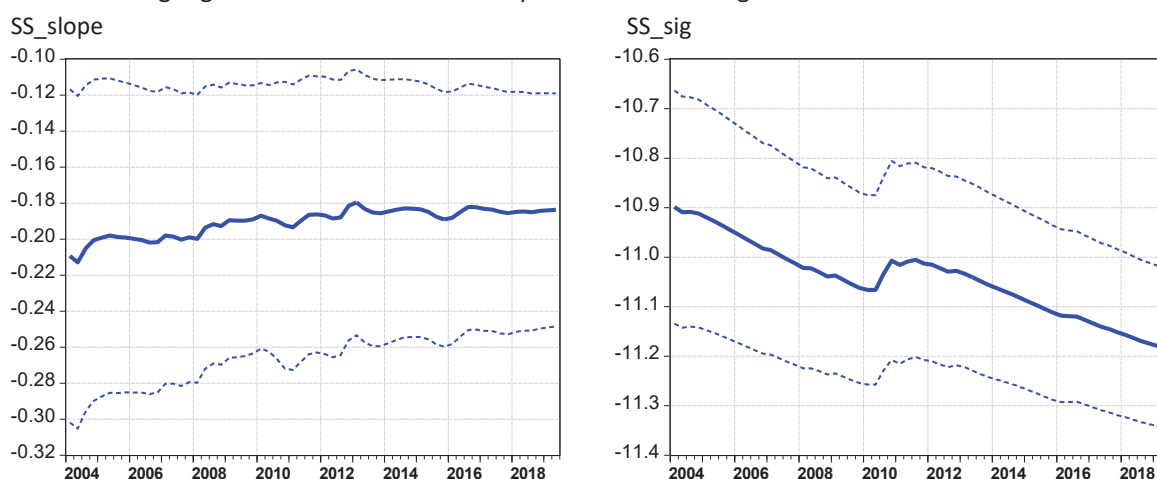


Weiter liegt den rollenden Schätzungen die Annahme zugrunde, dass man aufgrund internationaler Untersuchungen für ALPHA nur Werte zwischen 0.6 und 0.7 als plausibel erachtet. Wenn diese Restriktion verletzt wird, setzt man ALPHA auf 0.6 bzw. 0.7, was angesichts des relativ grossen Standardfehlers der Schätzung stets zulässig ist. Unter diesen Annahmen ergibt sich in den rollenden Schätzungen das in Grafik 7 gezeigte Bild. Die Abflachung der Effizienzwachstums, die in Gleichung (8) – in Kenntnis des umfassenden Datensets – anhand eines Fit-Kriteriums auf 2008q4 festgelegt wurde, wird erst drei Jahre später erkannt, was in dieser Phase eine Überschätzung des Potentialwachstums zur Folge haben wird. Bei freier Schätzung würde ALPHA vor 2008 auf Werte unter 0.6 fallen und in zwei kurzen Phasen in 2010 und 2012 leicht über 0.7 zu liegen kommen. THETA1 steigt bei Einbezug von Daten ab 2008 recht stark an, während GAMMA ab 2009 abnimmt. Insgesamt unterliegen die Parameter bis 2013 relativ ausgeprägten Änderungen, bleiben aber ab 2014 ziemlich stabil.

4.2 Rollende Schätzung der inflationsneutralen Erwerbslosenquote

Das zur Berechnung der inflationsneutralen Erwerbslosenquote \widehat{URATE} verwendete State-Space-Modell enthält als Signalgleichung eine auf das Lohnwachstum bezogene Phillips-Kurve. Der Steigungsparameter dieser Gleichung (SS_slope) gibt an, wie stark sich Abweichungen von $URATE$ gegenüber \widehat{URATE} auf die Veränderung der Lohninflation auswirken. Dieser Parameter bleibt in den rollenden Schätzungen des Modells praktisch unverändert bei Werten von rund -0.2 und ist durchwegs signifikant negativ (Grafik 8). Eine Zunahme der Differenz $URATE - \widehat{URATE}$ von einem Prozentpunkt hat demgemäss eine Abnahme der Lohninflation von 0.2 Prozentpunkten zur Folge. Die Fehlervarianz der Gleichung, die in der Form $var(\varepsilon_w) = \exp(SS_sig)$ geschätzt ist, vermindert sich mit dem Einbezug neuerer Daten, bleibt aber eher gross; sie impliziert ein R^2 von bloss knapp 0.2.

Grafik 8: Rollende Schätzung des State-Space-Modells für die inflationsneutrale Erwerbslosenquote \widehat{URATE}
Steigung und Fehlervarianz der Phillips-Kurven-Gleichung mit 95%-Vertrauensbereich

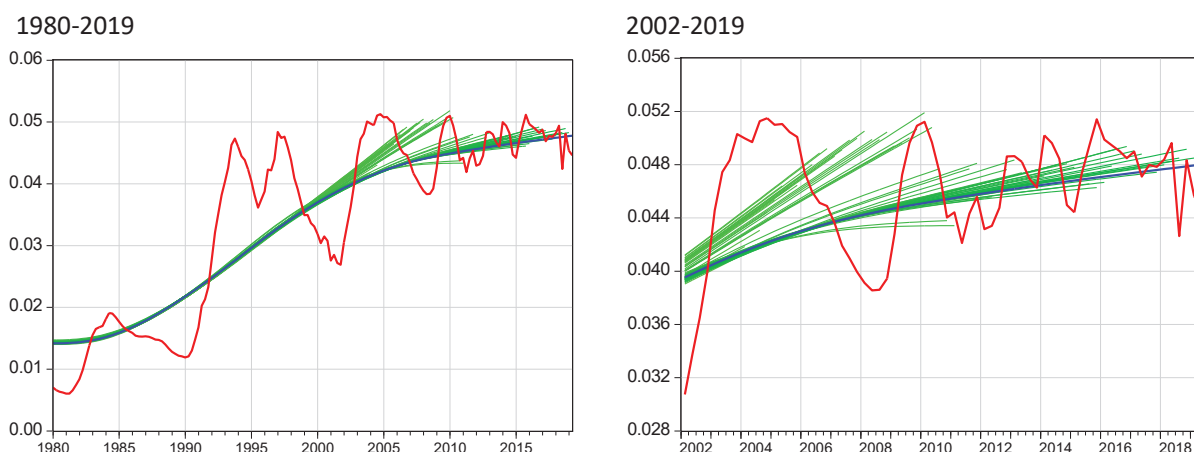


Die rollend ermittelten Verläufe von \widehat{URATE} sind in Grafik 9 dargestellt. Die Beobachtungsreihe $URATE$ zeigt von 1980 bis 2005 einen treppenförmigen Anstieg, bleibt dann aber in der Folge, abgesehen von kurzfristigen Ausschlägen, ziemlich konstant. In der Phase, wo diese Stabilisierung eintritt, ist die

Randwert-Instabilität ausgeprägt, weil das Modell gewissermassen noch unter dem Eindruck des vorausgehenden Anstiegs von $URATE$ steht. Bei Verwendung von Daten bis 2010q1 ergibt sich für \widehat{URATE} zum Beispiel ein Wert von rund 5 Prozent, der beim Einbezug weitere Datenpunkte auf rund 4.5 Prozent sinkt.

Grafik 9: Randwert-Instabilität der inflationsneutralen Erwerbslosenquote \widehat{URATE}

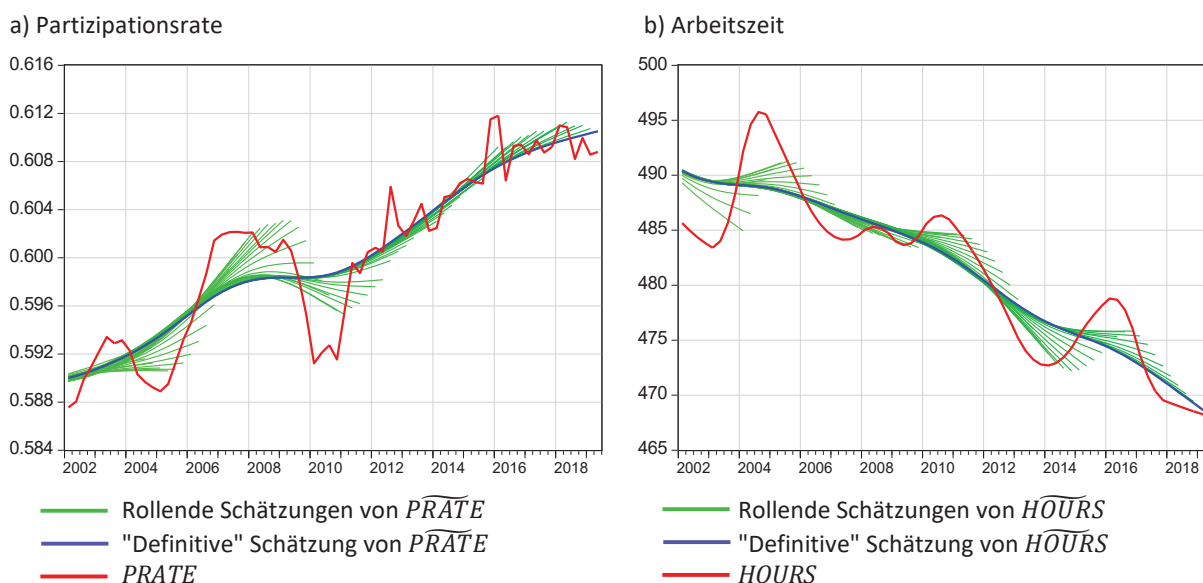
- Rollende Schätzungen von \widehat{URATE} (Daten von 1980q1 bis 2004q1, 2004q2, ...)
- "Definitive" Schätzung von \widehat{URATE} (Daten von 1980q1 bis 2019q2)
- $URATE$



4.3 Rollende Schätzung der zyklisch bereinigten Partizipationsrate und Arbeitszeit

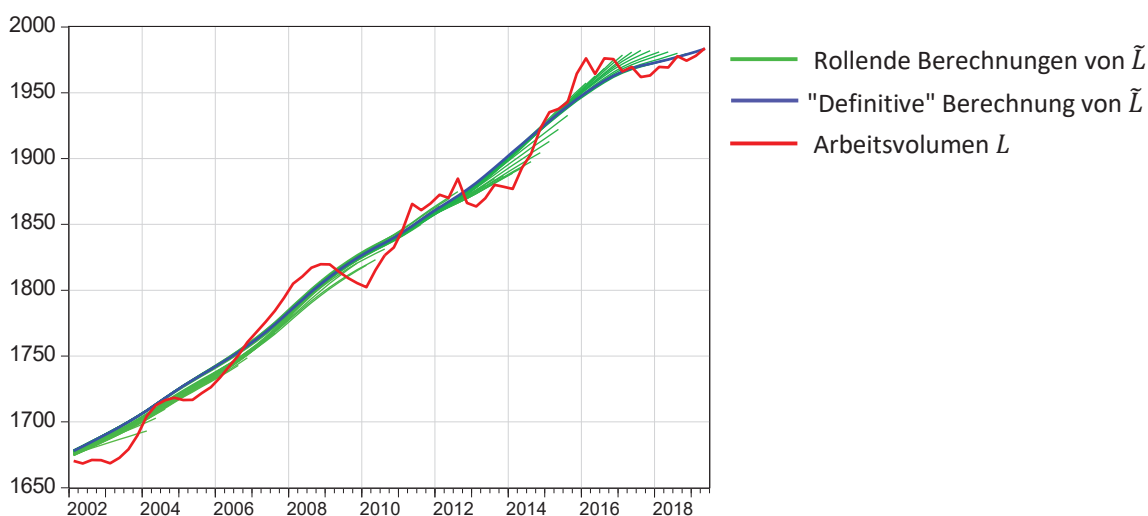
Für die Bereinigung von $PRATE$ und $HOURS$ wurde der HP-Filter verwendet. In den rollenden Schätzungen zeigt sich das bekannte Bild, dass die Trendwerte an zyklischen Wendepunkten stark revisionsanfällig sind. Die Partizipationsrate weist von 2002 bis 2011 ein ausgeprägtes zyklisches Muster auf (Grafik 10a). In dieser Phase weichen die Randwerte von \widehat{PRATE} deutlich von der definitiven Schätzung ab. Wenn die Partizipationsrate ansteigt (fällt), werden die Randwerte von \widehat{PRATE} nachträglich sukzessive nach oben (unten) korrigiert. Ab 2012 folgt die Partizipationsrate mit eher erratischen kurzfristigen Abweichungen einem sich leicht abflachenden Trend. Die Randwert-Instabilität ist in dieser Phase weniger gravierend. Die Randwerte von \widehat{PRATE} werden zunächst leicht nach oben und anschliessend leicht nach unten revidiert.

Auch die zyklische Bereinigung der durchschnittlichen Arbeitszeit ist vom Problem der Randwert-Instabilität betroffen (Grafik 10b). So rechnet der HP-Filter zum Beispiel im Jahr 2010 mit einer Stabilisierung der Arbeitszeit bei rund 485 Stunden pro Quartal. Der Einbezug der weiter fallenden Beobachtungswerte für $HOURS$ zieht dann aber \widehat{HOURS} immer weiter nach unten. Man mag einwenden, eine weitere Arbeitszeit-Reduktion seit 2010 absehbar gewesen. Dafür hätte man aber über zusätzliche Informationen verfügen müssen. Betrachtet man nur die Daten für $HOURS$ bis 2010, so erscheint eine Stabilisierung der Arbeitszeit bei rund 485 Stunden durchaus plausibel. Sie wird erst nachträglich aufgrund der weiter sinkenden Originalwerte infrage gestellt.

Grafik 10: Randwert-Instabilität der zyklisch bereinigten Partizipationsrate und Arbeitszeit

4.4 Rollende Schätzung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens

Das inflationsneutrale Arbeitsvolumen \tilde{L} leitet sich über Gleichung (11) aus POP , \widehat{PRATE} , \widehat{URATE} und \widehat{HOURS} ab. Somit überträgt sich die Randwert-Instabilität der drei gefilterten Variablen auf \tilde{L} . Wie Grafik 11 zeigt, liegen die Randwerte von \tilde{L} bis 2010 durchwegs unter den definitiven Werten. Dies ist vor allem auf die überhöhten Randwerte von \widehat{URATE} zurückzuführen. In der Phase 2014 bis 2015 kommen die Randwerte von \tilde{L} erneut unter die definitiven Werte zu liegen. Dafür ist in erster Linie die Unterschätzung von \widehat{HOURS} verantwortlich. Von 2016 bis Anfang 2018 zeigen sich überhöhte Randwerte von \tilde{L} . Dies ist der Überschätzung von \widehat{PRATE} und \widehat{HOURS} zuzuschreiben, während die zu hohen Randwerte von \widehat{URATE} in die andere Richtung wirken.

Grafik 11: Randwert-Instabilität des inflationsneutralen Arbeitsvolumens \tilde{L} 

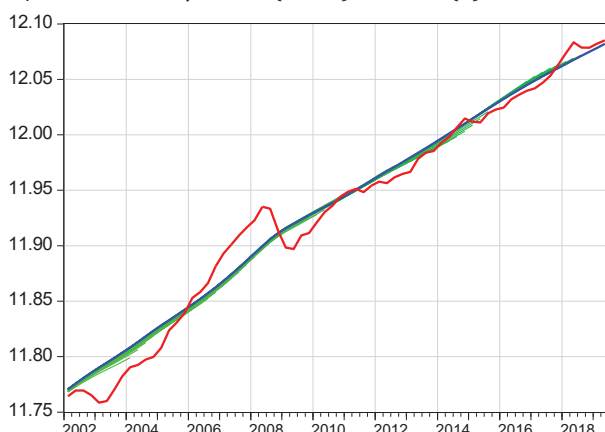
Dass sich die Randwert-Instabilität von \tilde{L} in Grenzen hält, ist dem (glücklichen) Umstand zu verdanken, dass die Abweichungen von \widehat{PRATE} und \widehat{HOURS} gegenüber den definitiven Schätzungen in verschiedenen Phasen gegenläufig sind.

4.5 Rollende Schätzung von Potentialoutput und Output Gap

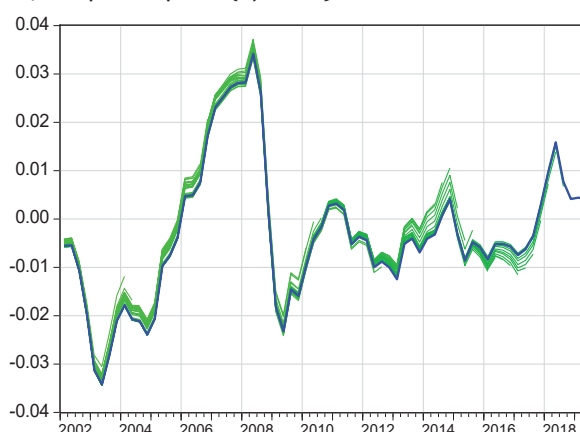
Für die rollenden Berechnungen des Potentialoutput und des Output Gap sind nun die in Grafik 11 grün eingetragenen Verläufe des inflationsneutralen Arbeitsvolumens in die Potentialgleichung einzusetzen, die ihrerseits vom Problem instabiler Parameter betroffen ist. Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den in Stalder (2020a) diskutierten multivariaten Filteransätzen verwenden wir die logarithmische Gleichung (13). Entsprechend ist der Potentialoutput in den folgenden Grafiken als $LOG(YPOT)$ und der Output Gap als $LOG(Y/YPOT)$ dargestellt.

Grafik 12: Randwert-Instabilität des Produktionsfunktionsansatzes
Parameter der Produktionsfunktion auf den "full-sample"-Schätzwerten fixiert

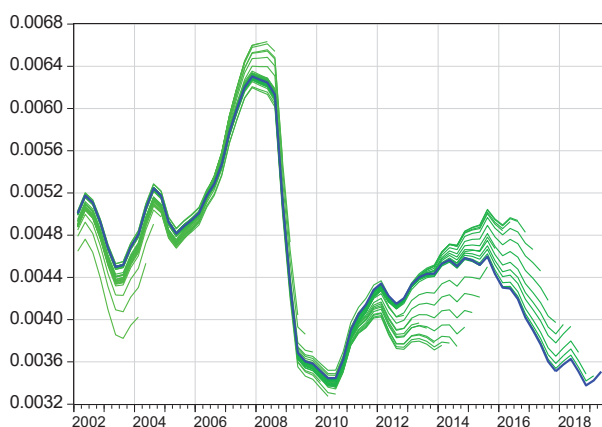
a) Potentialoutput $LOG(YPOT)$ und $LOG(Y)$



b) Output Gap $LOG(Y/YPOT)$



c) Potentialwachstum $DLOG(YPOT)$



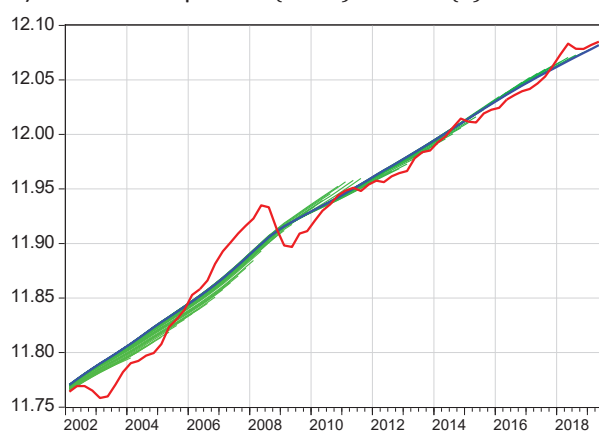
ROOT-MEAN-SQUARE ERRORS

	RMSE	Std.dev.	RMSE/Std.dev.
Output Gap	0.003054	0.017216	0.177390
Potential Growth	0.000401	0.001196	0.335237

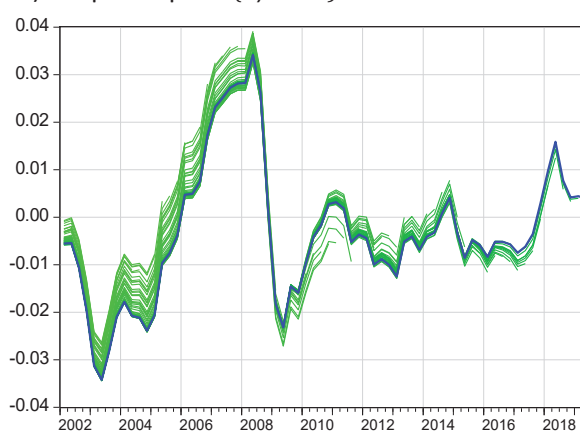
In einer ersten Berechnung werden die Parameter der Produktionsfunktion auf den "full-sample"-Schätzwerten von Gleichung (8) konstant gehalten. Diese in Grafik 12 dargestellten Berechnungen zeigen, in welchem Ausmass sich die Randwert-Instabilität der drei gefilterten Variablen auf die Potentialschätzung überträgt. In Grafik 13 ist dann zusätzlich der Effekt der sich von Quartal zu Quartal ändernden Parameter der Produktionsfunktion berücksichtigt. Aus dem Vergleich der Randwerte mit den Endwerten wird als zusammenfassendes Mass der Randwert-Instabilität der "Root-mean-square error" (RMSE) berechnet.⁷

Grafik 13: Randwert-Instabilität des Produktionsfunktionsansatzes
Parameter der Produktionsfunktion rollend geschätzt

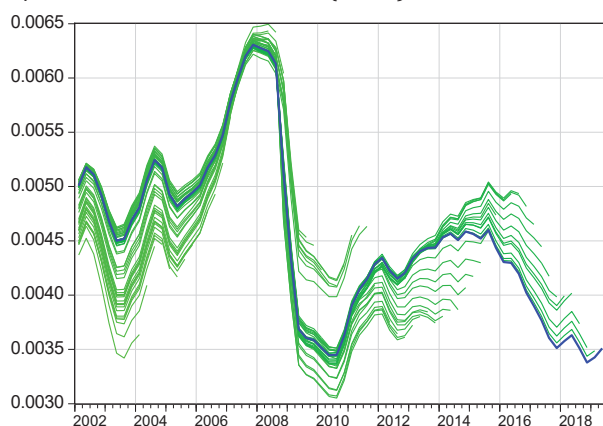
a) Potentialoutput $LOG(YPOT)$ und $LOG(Y)$



b) Output Gap $LOG(Y/YPOT)$



c) Potentialwachstum $DLOG(YPOT)$



ROOT-MEAN-SQUARE ERRORS

	RMSE	Std.dev.	RMSE/Std.dev.
Output Gap	0.006436	0.017216	0.373820
Potential Growth	0.000580	0.001196	0.485078

⁷ $RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N (R_i - E_i)^2 / N}$ R_i : Randwerte, E_i : Endwerte, $i = 1$: 2004q1 bis $i = N$: 2018q4

Ein Vergleich von Grafik 12 mit Grafik 13 zeigt, dass sich die Parameterinstabilität der Produktionsfunktion mindestens so ungünstig auf die Zuverlässigkeit der Potentialschätzung auswirkt wie die Randwert-Instabilität der gefilterten Variablen. Die an den RMSE gemessene durchschnittliche Fehleinschätzung des Output Gap erhöht sich von rund 0.31 Prozentpunkten, wenn nur die Randwert-Instabilität der Filtervariablen berücksichtigt wird, auf 0.64 Prozentpunkte. Die Zunahme ist fast ausschliesslich der Periode 2004-2013 zuzuschreiben, wo die Parameter der Produktionsfunktion relativ starken Veränderungen unterliegen (vgl. Grafik 7). Die aus der verzögerten Feststellung des nach der Finanzkrise verminderten Effizienzwachstums resultierende Überschätzung des Potentialwachstums ist aus Grafik 13c klar ersichtlich. Nach der Stabilisierung der Parameter ab 2014 unterscheiden sich Grafik 12 und 13 kaum mehr. Dass für den Potentialoutput und den Output Gap in den letzten Quartalen praktisch kein Streubereich mehr angezeigt wird, sollte nicht als verminderte Randwert-Instabilität interpretiert werden, denn es fehlen dort einfach die grünen Linien; je nach der zurzeit noch unbekannt nachfolgenden Wirtschaftsentwicklung wird sich eine neue blaue Linie ergeben, die am heutigen aktuellen Rand wieder von einem Streubereich grüner Linien umgeben sein wird.

Man könnte versucht sein, aus diesen Ergebnissen zu folgern, dass auf eine periodische Neuschätzung der Produktionsfunktion besser verzichtet wird, weil damit automatisch eine Quelle der Randwert-Instabilität ausgeschaltet wird. Diesem Ratschlag zu folgen, wäre aber keine gute Idee, denn das Stabilitätskriterium ist allein betrachtet wenig aussagekräftig, weil es sich auf den nicht direkt beobachtbaren Potentialoutput bezieht. Die Potentialschätzung würde mit fixen Parametern der Produktionsfunktion zwar per Konstruktion stabiler, wäre aber möglicherweise "stabil falsch", weil tatsächliche Änderungen der Produktionsverhältnisse unberücksichtigt blieben. Nimmt man z.B. an, man hätte ab 2008 auf eine Neuschätzung der Produktionsfunktion verzichtet, so wäre der Potentialoutput in den folgenden Jahren durchwegs deutlich über das effektive BIP zu liegen kommen. Die periodische Neuschätzung der Produktionsfunktion führt demgegenüber zur Erkenntnis, dass sich das Effizienzwachstum nach der Finanzkrise abgeschwächt hat. Daraus resultiert ein abgeflachter Potentialpfad, der vom BIP im Jahr 2011 im Einklang mit anderen Indikatoren wieder leicht übertroffen wird. Mit anderen Worten ergeben sich aus neuen Daten neue Einschätzungen, und die Randwert-Instabilität ist eine unvermeidliche Folge davon. Ob allerdings die Produktionsfunktion jedes Quartal neu geschätzt werden soll, ist eine andere Frage. Ein optimales Vorgehen könnte darin bestehen, die Parameter unverändert zu belassen, bis neue Daten klar dagegen sprechen.

Vergleicht man den Produktionsfunktionsansatz hinsichtlich der Randwert-Instabilität mit den in Stalder (2019a) besprochenen Filterverfahren, so ergibt sich folgendes Bild. Beim HP-Filter wird der Output Gap am aktuellen Rand ab 2014q1 um durchschnittlich 1.1 Prozentpunkte falsch eingeschätzt. Die Konditionierung auf zusätzliche Beobachtungsreihen (Arbeitslosenrate, Investitionsquote und Inflation) reduziert die Fehleinschätzung auf 0.47 Prozentpunkte. Mit einem RMSE des Output Gap von 0.64 Prozentpunkten schneidet der Produktionsfunktionsansatz somit zwar besser ab als der HP-Filter, jedoch etwas schlechter als die konditionierten Filtermodelle.⁸

⁸ Eine detaillierte Beurteilung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze der Potentialschätzung findet sich in Stalder (2020b).

5. Potentialprognose

Für die Potentialprognose müssen die drei Inputfaktoren der Produktionsfunktion – also das inflationsneutrale Arbeitsvolumen, die Effizienz des Arbeitseinsatzes und der Kapitalstock – in die Zukunft projiziert werden. Wir wenden uns zuerst dem inflationsneutralen Arbeitsvolumen \tilde{L} zu.

5.1 Inflationsneutrales Arbeitsvolumen

Das in Stunden gemessene Arbeitsvolumen L und sein inflationsneutrales Niveau \tilde{L} wurden anhand der Gleichungen (10) und (11) berechnet, die hier der Übersichtlichkeit halber nochmals aufgeführt werden:

$$L = POP \cdot PRATE \cdot (1 - URATE) \cdot HOURS \quad (10)$$

$$\tilde{L} = POP \cdot \widehat{PRATE} \cdot (1 - \widehat{URATE}) \cdot \widehat{HOURS} \quad (11)$$

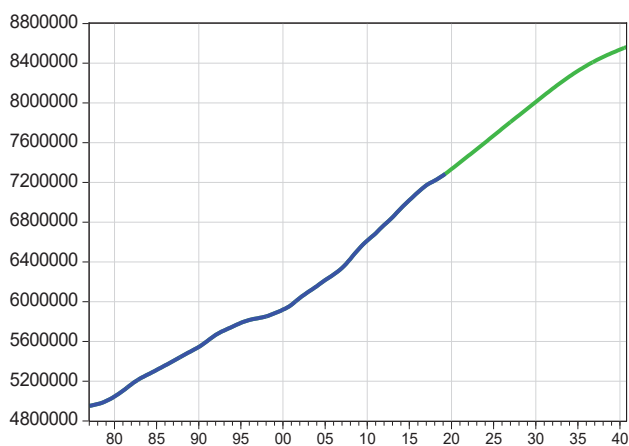
Die Partizipationsrate $PRATE$ gibt an, welcher Anteil von POP "erwerbwillig" ist, d.h. das Produkt $POP \cdot PRATE$ entspricht definitorisch der Summe von Erwerbstätigen und Erwerbslosen, was man auch als Arbeitsangebot interpretieren kann. Die Multiplikation mit $(1 - URATE)$ ergibt die tatsächliche Erwerbstätigkeit und mit $HOURS$ erfolgt die Umrechnung in das in Stunden gemessene Arbeitsvolumen L . Für die Potentialprognose ist nun festzulegen, wie sich diese Variablen weiterentwickeln.

Die demografischen Variablen basieren auf dem Referenzszenario des BSF zur Bevölkerungsentwicklung im Zeitraum 2015 bis 2045 (mittlere Variante).⁹ Allerdings musste eine kleine Anpassung vorgenommen werden, denn die Bevölkerung wuchs seit 2015 leicht schwächer als im BFS-Referenzszenario angenommen. Ende 2018 betrug die Niveaudifferenz 0.7 Prozent. Diese Differenz wird für die Prognose konstant gehalten, d.h. der prognostizierte Pfad für POP liegt leicht unter den BFS-Zahlen, stimmt aber in Bezug auf die Wachstumsraten mit diesen überein. Wie schon für die historischen Werte der Bevölkerungsstatistik wurden aus den Jahresendwerten Jahresdurchschnitte gebildet. Diese Umrechnung drängt sich mit Blick auf die Verwendung des Arbeitsvolumens in der Produktionsfunktion auf, denn beim Output handelt es sich um eine auf einen Zeitraum bezogene Flussgrösse. Die gemittelten Jahreswerte wurden anschliessend mit dem Chow-Lin-Verfahren quartalisiert. Der Übergang von Gleichung (10) zu Gleichung (11) ist unproblematisch, da die langfristigen Prognosewerte naturgemäss kein konjunkturelles Muster aufweisen und praktisch nahtlos an die zyklisch bereinigten Werte von \widehat{PRATE} , \widehat{URATE} und \widehat{HOURS} anschliessen.

Das Bevölkerungswachstum hat sich in den letzten Jahren spürbar abgeschwächt. Nach einem vorübergehenden Anstieg auf rund 0.9 Prozent wird es sich gemäss BFS-Referenzszenario ab 2030 stark zurückbilden und 2040 nur noch 0.4 Prozent betragen (Grafik 14 a, b). Gleichzeitig steigt der Anteil der älteren Personen, die mehrheitlich nicht mehr erwerbstätig sind, was sich in einem markanten Rückgang der durchschnittlichen Partizipationsrate von momentan rund 61 auf leicht über 56 Prozent äussert (Grafik 14 c). Zusammengenommen impliziert dies, dass das der Wirtschaft zur Verfügung stehenden Arbeitsangebot gegen Ende des Prognosezeitraums praktisch nicht mehr wachsen wird.

⁹ Bundesamt für Statistik (2015). In der Terminologie des BFS wird die Summe von Erwerbstätigen und Erwerbslosen als "Erwerbsbevölkerung" bezeichnet. Entsprechend wird für die Partizipationsrate der Ausdruck "Erwerbsquote" verwendet.

Grafik 14: Demografische Prognoseannahmen (BFS-Referenzscenario)

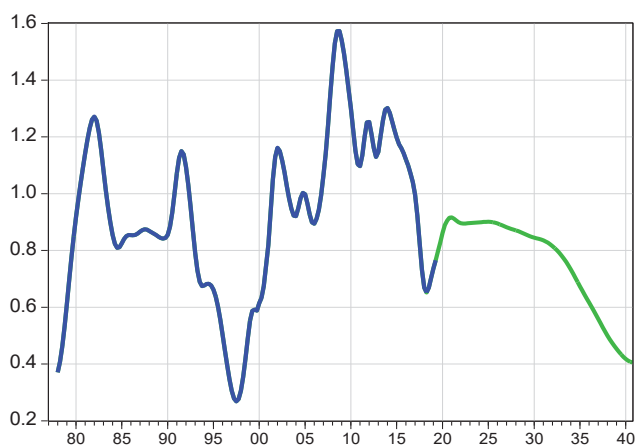


a) Ständige Wohnbevölkerung
(15-jährige und Ältere)

— historische Werte

— Prognose

Niveau

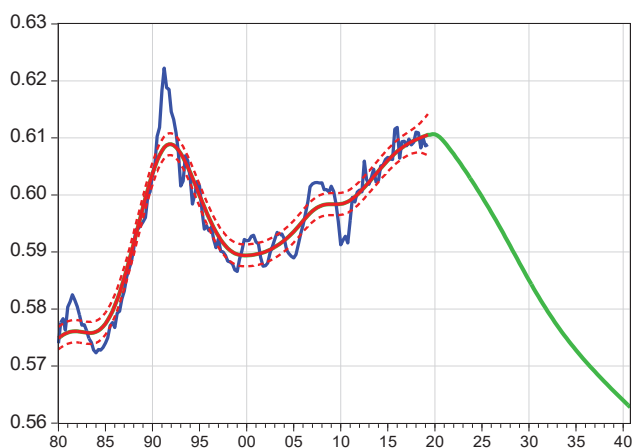


b) Ständige Wohnbevölkerung
(15-jährige und Ältere)

— historische Werte

— Prognose

Jährliches Wachstum in Prozent



c) Partizipationsrate

— historische Werte von *PRATE*

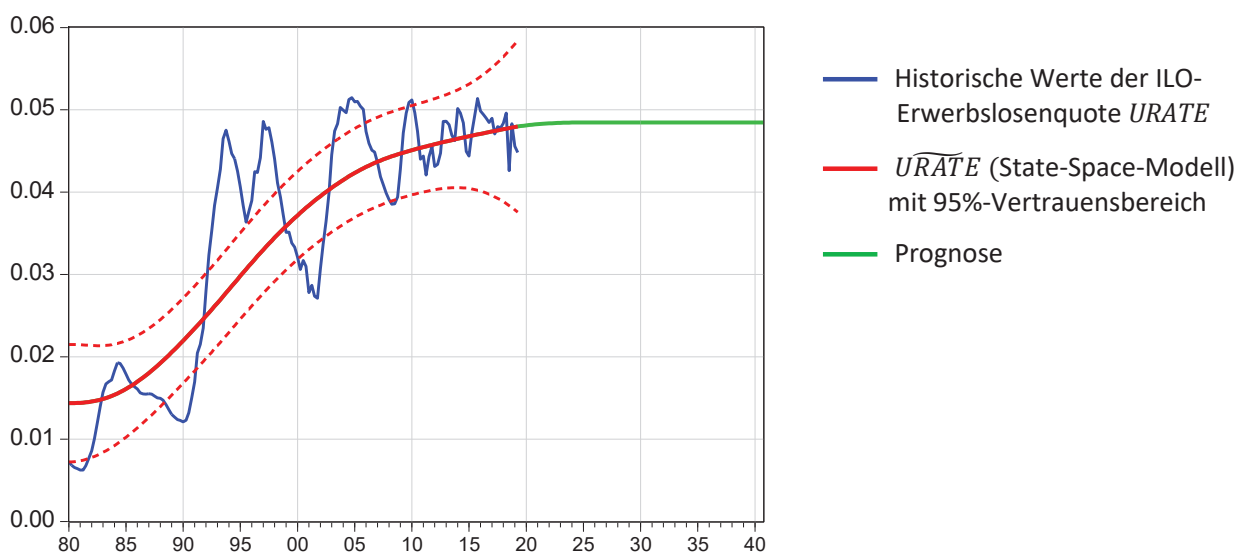
— \widehat{PRATE} (HP-Trend)
mit 95%-Vertrauensbereich

— Prognose

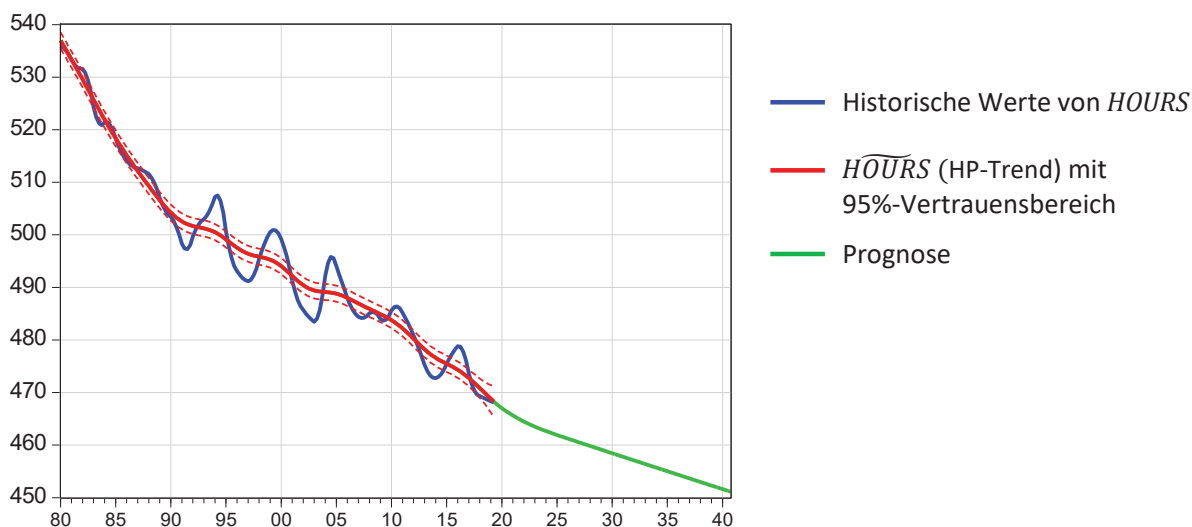
Alternativ könnte man die Partizipationsrate auf die Bevölkerung im Altersbereich 15-64 beziehen. In dieser Definition steigt sie von momentan rund 73 Prozent bis 2035 auf rund 74 Prozent und bleibt dann praktisch konstant. Umgekehrt fällt aber das Bevölkerungswachstum in dieser Altersgruppe bis 2040 auf 0.15 Prozent und wird danach leicht negativ. Die Implikationen für das Wachstum der Erwerbsbevölkerung sind logischerweise die gleichen.

Die mit dem State-Space-Modell berechnete inflationsneutrale Erwerbslosenquote \widehat{URATE} folgt einem ansteigenden Trend, der sich gegen den aktuellen Rand hin deutlich abflacht (Grafik 15). Was die zukünftige Entwicklung betrifft, kann einerseits argumentiert werden, dass die zunehmende Digitalisierung zu einer Freisetzung von Arbeitskräften führen wird, die qualifikationsbedingt langfristig arbeitslos bleiben und als "Outsider" keinen lohnmässigenden Einfluss ausüben, während in anderen Arbeitsmarkt-Segmenten eine lohntriebende Arbeitskräfteknappheit entsteht. Dies würde einen Anstieg von \widehat{URATE} implizieren. Andererseits war man in der Schweiz und vielen anderen Ländern in letzter Zeit mit dem Phänomen konfrontiert, dass von den Löhnen trotz tiefer Arbeitslosigkeit kein nennenswerter Inflationsdruck ausgegangen ist, was zu einem Rückgang von \widehat{URATE} führen könnte. Solche Einflüsse zu quantifizieren und gegeneinander abzuwägen ist jedoch schwierig. Für die Prognose wird deshalb etwas schematisch angenommen, dass sich die geringfügige Steigung von \widehat{URATE} am aktuellen Rand innerhalb von 4 Jahren auf null zurückbildet, so dass die inflationsneutrale Erwerbslosenquote ab 2024 bei 4.85 Prozent verharret.

Grafik 15: Inflationsneutrale Erwerbslosenquote



Auch die Prognose für die durchschnittliche Arbeitszeit pro Quartal hat den Charakter einer Trendextrapolation. Dabei wird angenommen, dass sich die Tendenz zur Arbeitszeitverkürzung zunächst entsprechend der Entwicklung am aktuellen Rand fortsetzt, sich dann aber ab 2022 leicht abzuschwächen beginnt (Grafik 16).

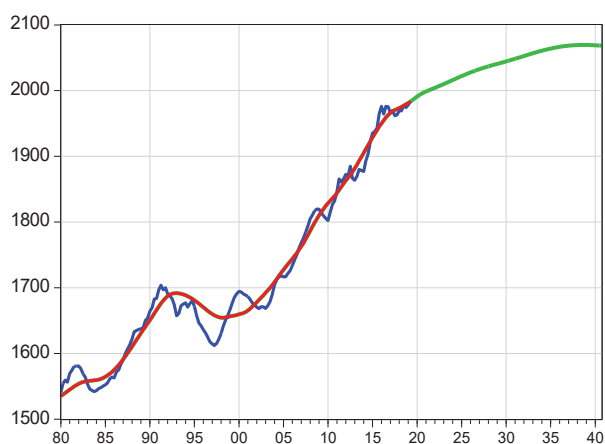
Grafik 16: Durchschnittliche Arbeitszeit pro Quartal

Aus diesen Annahmen leitet sich über Gleichung (11) die in Grafik 17 dargestellte zukünftige Entwicklung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens \tilde{L} ab. Am Anfang des Prognosezeitraums steigt das Wachstum von \tilde{L} auf 0.5 Prozent an, fällt dann aber ab 2021 auf rund 0.3 Prozent kommt bis 2040 vollständig zum Erliegen. Hinter dieser Entwicklung stehen das rückläufige Bevölkerungswachstum, die fallende Partizipationsrate und die anhaltende Arbeitszeitverkürzung, während sich die ab 2024 konstante Erwerbslosenquote neutral verhält.

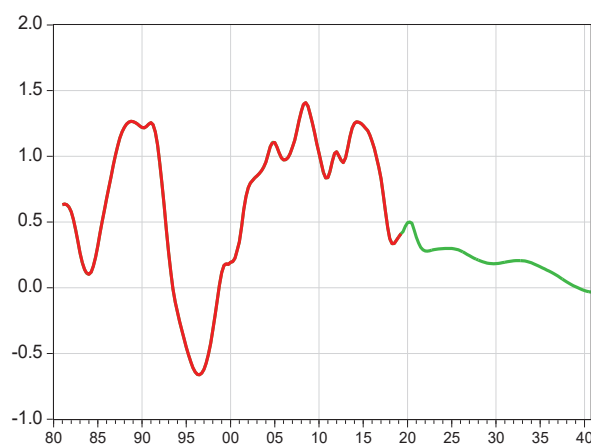
Grafik 17: Inflationsneutrales Arbeitsvolumen

- Arbeitsvolumen (Mio. Stunden pro Quartal)
- Inflationsneutrales Arbeitsvolumen
- Prognose

a) Niveau



b) Wachstum gegenüber Vorjahr in Prozent

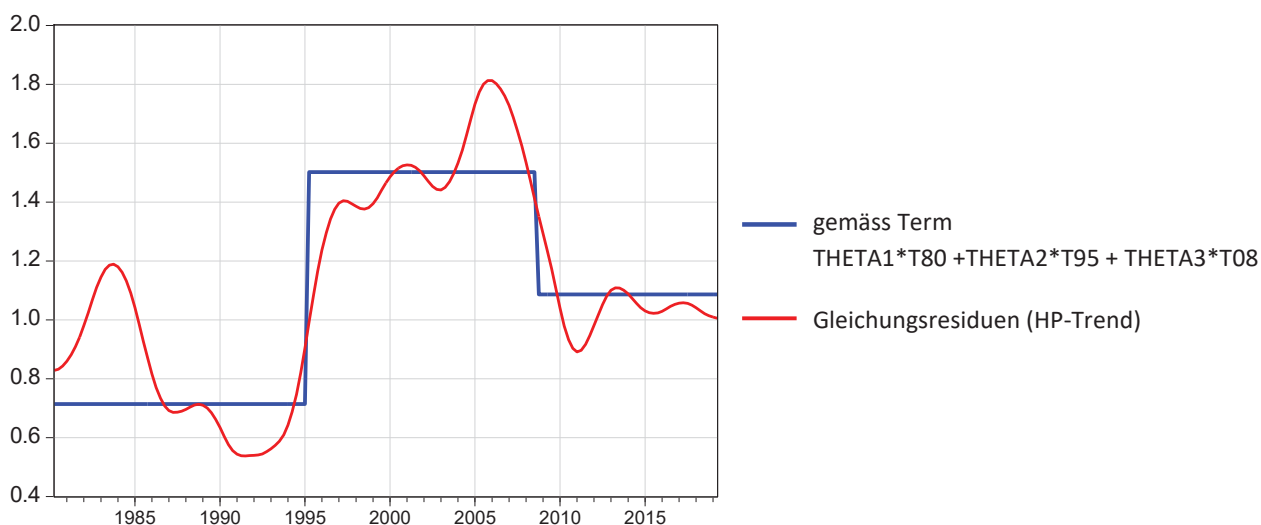


5.2 Wachstum der Arbeitseffizienz

Vor dem Hintergrund der vorstehend beschriebenen demografischen Entwicklungen ist klar, dass sich ein positives Potentialwachstum längerfristig nur über Produktivitätsverbesserungen aufrechterhalten lässt. Somit kommt dem aus der Schätzung der Produktionsfunktion abgeleiteten Effizienzwachstum des Arbeitseinsatzes eine entscheidende Rolle zu. In diesem Mass sind sämtliche produktivitätssteigernden Faktoren aufgefangen. Darunter fallen neben dem Ausbildungsstand der Bevölkerung und technischen Innovationen auch Veränderungen der sektoralen Struktur der Wirtschaft, denn die verschiedenen Wirtschaftsbranchen unterscheiden sich deutlich hinsichtlich des Niveaus und des Wachstums der Arbeitsproduktivität.¹⁰

Was die historische Entwicklung betrifft, implizieren die Schätzwerte für THETA1, THETA2 und THETA3 in der Produktionsfunktion, dass sich das Wachstum der Arbeitseffizienz Mitte der 1990er Jahre von 0.7 Prozent auf 1.5 Prozent erhöhte und ab Ende 2008 auf 1.1 Prozent zurückging (Grafik 18). Die mit dem HP-Filter geglätteten Residuen der Gleichung vermitteln abgesehen von den zyklischen Bewegungen ein ähnliches Bild. Soll im Prognosezeitraum weiterhin von einem bei 1.1 Prozent liegenden Effizienzwachstum ausgegangen werden, oder gibt es Gründe, dieses höher oder tiefer anzusetzen?

Grafik 18: Wachstum der Arbeitseffizienz in Prozent
Schätzung von Gleichung (8)



¹⁰ In der Schätzung der Cobb-Douglas-Produktionsfunktion ist das Wachstum der Arbeitsproduktivität in Form der Arbeitseffizienz dem Faktor Arbeit zugeschrieben (Harrod-neutraler technischer Fortschritt; vgl. Abschnitt 2.1). Die beiden Begriffe sind nicht identisch, aber über den Parameter α miteinander verknüpft: Steigt die Arbeitseffizienz um ein Prozent, so erhöht sich die Arbeitsproduktivität bei unverändertem Kapitaleinsatz um α Prozent. Auf einem "steady-state"-Wachstumspfad wächst aber auch der Kapitalstock, und zwar mit der gleichen Rate, wie das Produkt aus Arbeitseinsatz und Arbeitseffizienz (Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten). In diesem Fall entspricht das Wachstum der Arbeitsproduktivität genau dem Wachstum der Arbeitseffizienz. In diesem Sinn können die beiden Begriffe synonym verwendet werden.

Für die Beurteilung dieser Frage muss man sich überlegen, welche Faktoren hinter der Abflachung des Produktivitätswachstums stehen. Dabei handelt es sich um ein Phänomen, das in praktisch allen entwickelten Ländern zu beobachten ist und angesichts der Umwälzungen im IT-Bereich (Digitalisierung, künstliche Intelligenz) und der zunehmenden Robotisierung von Produktionsprozessen schwierig zu verstehen ist.¹¹ Die Verlangsamung des Produktivitätswachstums, die in vielen Ländern schon vor der Finanzkrise eingesetzt hat, wird vielfach als "puzzle" oder "conundrum" bezeichnet. Trotz einer Vielzahl von Hypothesen und Untersuchungen muss man feststellen, dass bis jetzt keine befriedigende Erklärung gefunden wurde.¹² In der Schweiz könnte man vermuten, dass der mit der Personenfreizügigkeit erleichterte Rückgriff auf Arbeitskräfte aus Ländern mit einem tieferen Lohnniveau die Rationalisierungsanstrengungen der Unternehmungen hat erlahmen lassen. Andererseits sind aber unter dem Regime der Personenfreizügigkeit in letzter Zeit vermehrt hochqualifizierte Personen in die Schweiz gezogen, was sich positiv auf die Produktivität hätte auswirken sollen. Ein negativer Produktivitätseffekt könnte sich demgegenüber daraus ergeben haben, dass sich die Wirtschaftsaktivität unter dem Einfluss des starken Frankens und tiefer Zinsen vom international orientierten Industriesektor auf weniger produktive Dienstleistungsbranchen und die Bauwirtschaft verlagert hat.

Die Bedeutung dieser und anderer denkbarer Faktoren zu quantifizieren und gut fundierte Annahmen für ihren zukünftigen Einfluss zu treffen, wäre ein schwieriges, den Rahmen dieser Studie sprengendes Unterfangen. Im Folgenden wird deshalb unterstellt, dass das Effizienzwachstum auf dem für den Zeitraum 2009-2019 geschätzten Wert von 1.1 Prozent pro Jahr verharrt. Wie Grafik 17 zeigt, ist dieser Wert im historischen Vergleich nicht als besonders tief zu betrachten. Zwar war das Effizienzwachstum von 1995 bis zur Finanzkrise deutlich höher, von 1980 bis 1994 aber ebenso deutlich tiefer. Das für den Prognosezeitraum unterstellte Effizienzwachstum von 1.1 Prozent entspricht ungefähr dem langfristigen historischen Durchschnitt.

5.3 Wachstum des Kapitalstocks

Für die Berechnung des Potentialpfades ist schliesslich noch die Entwicklung des Kapitalstocks festzulegen. Dafür eine unabhängige Prognose zu erstellen, wäre nicht adäquat, denn bei der Investitionstätigkeit und dem daraus resultierenden Kapitalstockwachstum handelt es sich um Variablen mit ausgeprägt endogenem Charakter, um Variablen also, die sich konsistent in das durch die demografischen Annahmen und das Effizienzwachstum geprägte Szenario einordnen müssen. Genauer gesagt muss der Kapitalstock – wie bereits in Abschnitt 2.1 erwähnt – langfristig mit einer Rate wachsen, die dem Wachstum des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten entspricht, das sich seinerseits aus dem

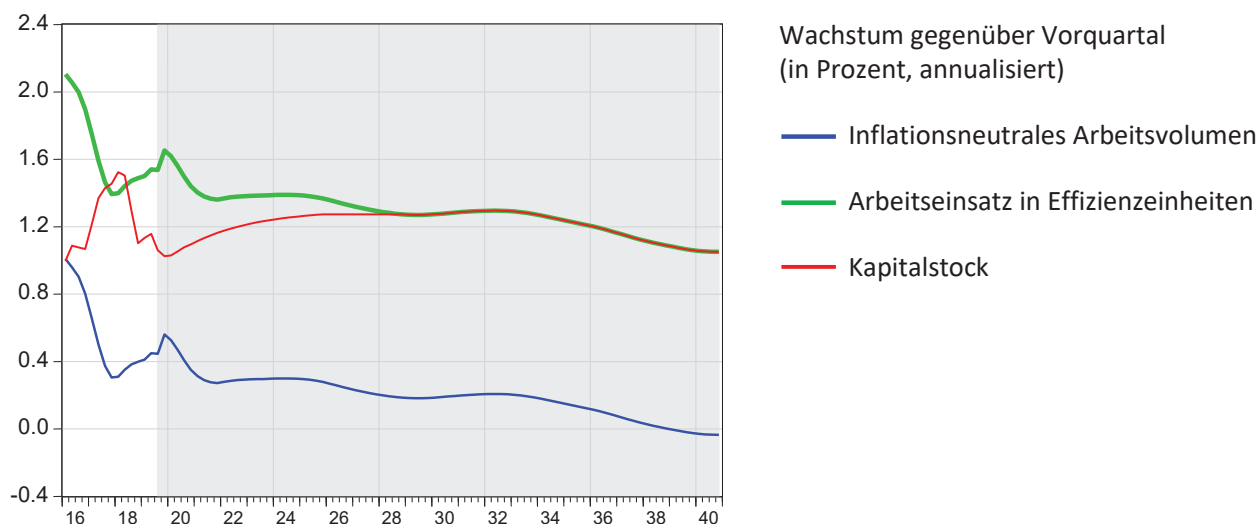
¹¹ "It remains peculiar how we're simultaneously worrying that robots will take all our jobs and bemoaning the stalling out of productivity growth." Paul Krugman, 24. Februar 2017, New York Times.

¹² "Economists do not have a complete answer to the question of why productivity growth has been so slow. Possible explanations for the slowdown include economic historian Robert Gordon's thesis that the type of innovations that have the potential to transform economic life on a grand scale — such as electricity, public sanitation, and the internal combustion engine — are a thing of the past. Others argue that factors such as lower capital investment by firms, decreased competition, excessive regulation, and a slowing of gains in human capital (the education and skill level of the workforce) place limits on the pace of productivity growth. And, some argue that productivity is being mis-measured and is better than numbers would indicate." (Sichel 2017).

Wachstum des inflationsneutralen Arbeitsvolumens und dem Wachstum der Arbeitseffizienz zusammensetzt. Auf einem solchen "steady-state"-Wachstumspfad bleiben die Kapitalintensität (gemessen als Verhältnis von Kapitalstock zu Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten) und der Kapitalkoeffizient (gemessen als Verhältnis von Kapitalstock zu Output) konstant. Ein höheres Kapitalstockwachstum wäre nicht nachhaltig bzw. widersprüchlich, weil es mit einem anhaltenden Rückgang der Grenzproduktivität des Kapitaleinsatzes einherginge und so die Investitionsbereitschaft als Voraussetzung eben dieses Kapitalstockwachstums untergraben würde. Umgekehrt würde ein tieferes Kapitalstockwachstum die Grenzproduktivität des Kapitaleinsatzes und damit den Investitionsanreiz laufend steigern, was mit dem unterstellten schwachen Kapitalstockwachstum in Widerspruch gerät.

Mit anderen Worten ist mit der in Grafik 17 abgebildeten Entwicklung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens und der Annahme eines im Prognosezeitraum bei 1.1 Prozent verharrenden Wachstums der Arbeitseffizienz das langfristige Kapitalstockwachstum bereits vorgegeben. Es stellt sich somit nur noch die Frage, wie sich der Übergang von der konjunkturell geprägten Situation am aktuellen Rand zur langen Frist gestaltet. Die OECD modelliert diesen Übergang mit einer Fehlerkorrekturgleichung. In der kurzen Frist ist das Kapitalstockwachstum von zwei zeitverzögerten Termen und dem Output Gap getrieben. Der Fehlerkorrekturterm stellt die langfristige Konvergenz zu einem konstanten Kapitalkoeffizienten sicher (Guillemette, De Mauro, Turner 2018). In den Potentialschätzungen der Europäischen Kommission wird ähnlich zwischen einer kurzfristigen "investment rule" und einer langfristigen "capital rule" unterschieden. Beide Ansätze laufen darauf hinaus, dass sich ausgehend von einer Boomphase (Rezession) ein starkes (schwaches) Kapitalstockwachstum für eine gewisse Zeit in die Prognoseperiode fortsetzt und dann kontinuierlich zur langfristig nachhaltigen Rate konvergiert.

Grafik 19: Konvergenz des Kapitalstockwachstums zum "steady-state"



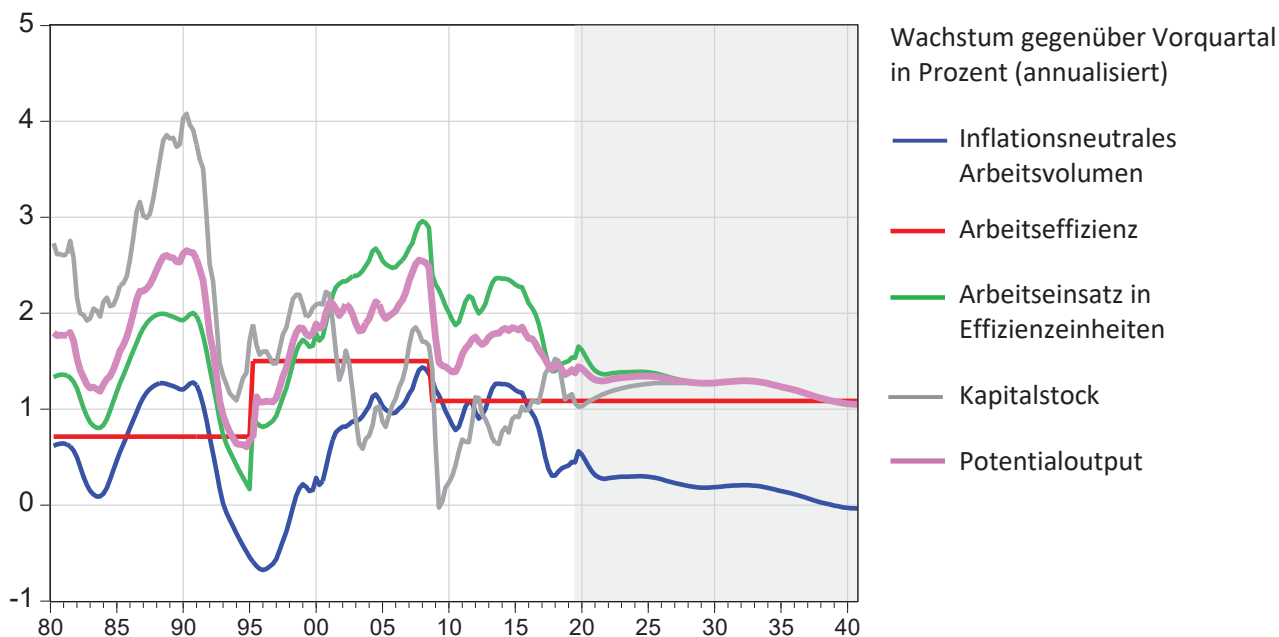
Diese Vorstellung einer Konvergenz zu einem langfristig nachhaltigen Wachstumspfad liegt auch der hier unterstellten Entwicklung des Kapitalstocks zugrunde (Grafik 19). Die Voraussetzung, dass der Kapitalstock mit der gleichen Rate wächst wie der Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten, ist am aktuellen

Rand nicht erfüllt. Das Wachstum des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten, das sich konstant um 1.1 Prozentpunkte (Wachstum der Arbeitseffizienz) über dem Wachstum des inflationsneutralen Arbeitsvolumens bewegt, beträgt am aktuellen Rand 1.5 Prozent, während das Kapitalstockwachstum bei 1.1 Prozent liegt. Es wird angenommen, dass es sich infolge einer eher schwachen Investitionstätigkeit am Anfang des Prognosezeitraums noch etwas weiter zurückbildet, um dann langsam gegen das höhere Wachstum des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten zu konvergieren. Ab 2028 ist der "steady state" erreicht.

5.4 Potentialwachstum und Wachstumsbeiträge

Damit sind sämtliche Bestimmungsfaktoren des Potentialpfades festgelegt. Seine Entwicklung über die kommenden 20 Jahre kann anhand von Gleichung (12) berechnet werden. Neben dem unterstellten BFS-Referenzszenario zur Entwicklung der Bevölkerung und der Partizipationsrate gehen weiter die Annahmen eines bei 1.1 Prozent verharrenden Wachstums der Arbeitseffizienz und einer konstanten Erwerbslosenquote in die Berechnung ein. Diese Annahmen sind nicht unplausibel, aber natürlich keineswegs in Stein gemeißelt. Mit anderen Worten ist die Potentialprognose als denkbare, auf klar spezifizierte Annahmen gestütztes Szenario zu verstehen. Transparenz ist auch in dem Sinne gegeben, als einfach zu sehen ist, wie sich abweichende Festlegungen auf das Potentialwachstum auswirken würden. Die demografischen Annahmen lassen sich im Produkt $POP*PRATE$ (= Erwerbsbevölkerung) zusammenfassen. Wird dafür ein höheres Wachstum unterstellt, so überträgt sich dies im Verhältnis Eins zu Eins auf das Potentialwachstum. Das Gleiche gilt für das Wachstum der Arbeitseffizienz, während sich eine höhere oder tiefere Erwerbslosenquote, sofern sie sich auf einem bestimmten Niveau stabilisiert, in einem entsprechend tieferen bzw. höheren Potentialniveau niederschlagen würde.

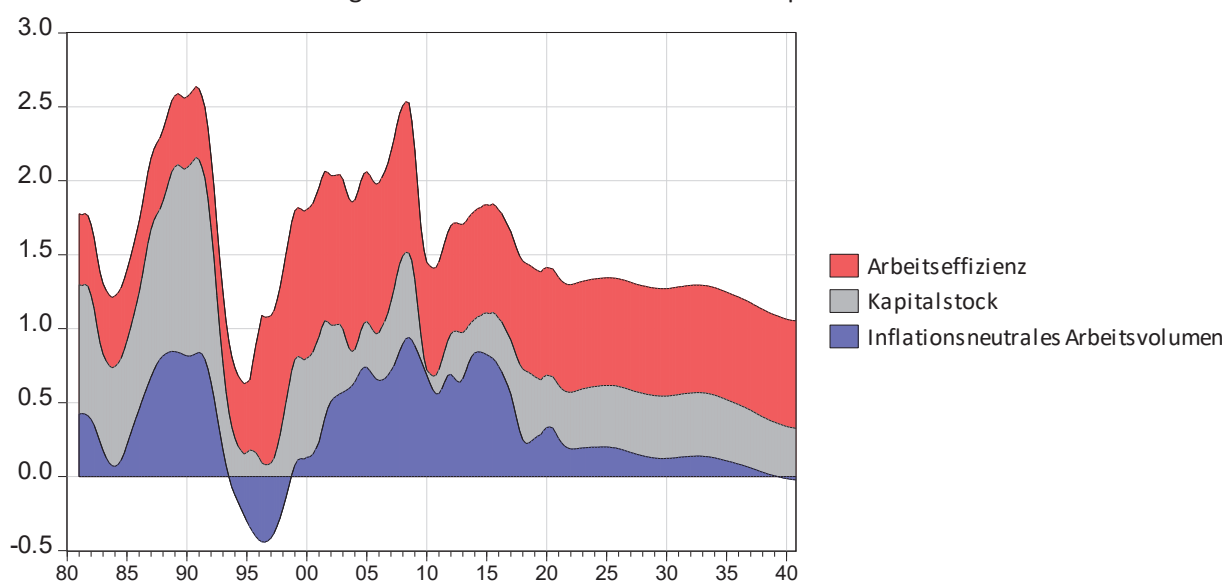
Grafik 20: Potentialwachstum und Bestimmungsfaktoren



Wie Grafik 20 zeigt, lag das Potentialwachstum von 2000 bis 2006 bei rund 2 Prozent und stieg vor der Finanzkrise auf 2.5 Prozent. Dafür verantwortlich waren die expansive Entwicklung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens und die kräftig wachsende Arbeitseffizienz. Das nach der Finanzkrise einbrechende Kapitalstockwachstum und das von 1.5 auf 1.1 Prozent fallende Wachstum der Arbeitseffizienz schlagen sich in einem auf etwa 1.4 Prozent reduzierten Potentialwachstum nieder. Es steigt dann bis 2015 wieder gegen 1.8 Prozent an, erfährt aber nach der Aufhebung des Mindestkurses durch die SNB im Jahr 2015 einen weiteren Dämpfer. Dem rückläufigen Wachstum des Arbeitseinsatzes steht in dieser Phase – etwas überraschend – ein anziehendes Kapitalstockwachstum gegenüber. Dieses geht aber nur mit einem Gewicht von $1-\alpha = 0.33$ in den Potentialoutput ein. Am aktuellen Rand beträgt das Potentialwachstum 1.4 Prozent. Nach einem anfänglichen leichten Anstieg bewegt es sich im Prognosezeitraum bis 2033 zwischen 1.3 und 1.2 Prozent, von oben durch ein leicht abfallendes Wachstum der Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten begrenzt und von unten durch ein graduell erhöhtes Kapitalstockwachstum gestützt. Anschliessend vermindert sich das Potentialwachstum primär demografisch bedingt bis zum Ende der Prognoseperiode weiter auf knapp 1.1 Prozent.

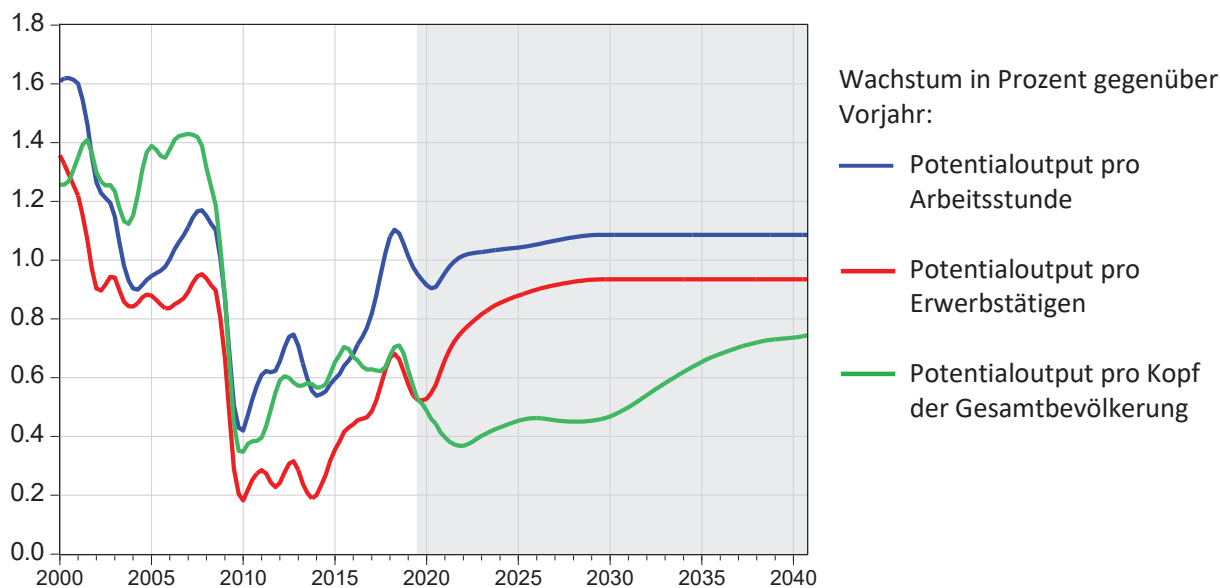
Grafik 21 schlüsselt das Potentialwachstum in die Wachstumsbeiträge von Seiten der Arbeitseffizienz, des inflationsneutralen Arbeitsvolumens und des Kapitaleinsatzes auf. Am Rückgang des Potentialwachstums nach der Finanzkrise sind alle drei Faktoren beteiligt, wobei der Wachstumsbeitrag des Kapitalstocks auf praktisch null zurückgeht. Danach bleibt der Wachstumsbeitrag der Arbeitseffizienz konstant. Die Erholung des Potentialwachstums in der Phase 2010 bis 2015 ist vom inflationsneutralen Arbeitsvolumen getrieben, während der Wachstumsbeitrag des Kapitalstocks erst 2018 einen Spitzenwert erreicht und zu diesem Zeitpunkt mit einem rückläufigen Wachstumsbeitrag des inflationsneutralen Arbeitsvolumens zusammenfällt. Dieser nimmt in der Folge weiter ab und wird 2040 leicht negativ, während der Wachstumsbeitrag des Kapitalstocks ziemlich konstant bleibt. Gegen das Ende des Prognosezeitraums gründet sich das Potentialwachstum von knapp 1.1 Prozent nur noch auf das Wachstum der Arbeitseffizienz und des Kapitalstocks (im Verhältnis α zu $1-\alpha$).

Grafik 21: Wachstumsbeiträge zum Potentialwachstum in Prozentpunkten



Dass sich das Potentialwachstum in den kommenden 20 Jahren verlangsamen wird, ist unter den gegebenen demografischen Annahmen eines abnehmenden Bevölkerungswachstums und einer sinkenden Partizipationsrate wenig überraschend. Um zu beurteilen, ob sich daraus negative Konsequenzen für die Wohlstandsentwicklung ergeben, ist zu einer Pro-Kopf- Betrachtung überzugehen. Insoweit ein vermindertes Bevölkerungswachstum auf der Ausgabenseite eine Entlastung bringt, ist auch die Finanzlage des Staatshaushalts und der Sozialversicherungen stärker vom Wachstum des Pro-Kopf-Potentialoutput als vom absoluten Potentialwachstum abhängig. Grafik 22 zeigt die jährlichen Wachstumsraten des Potentialoutput pro geleistete Arbeitsstunde, pro Erwerbstätigen und pro Kopf der Gesamtbevölkerung. Das Wachstum des Potentialoutput pro geleistete Arbeitsstunde stellt ein Mass für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität dar und kann als Leitlinie für eine nachhaltige Reallohnentwicklung interpretiert werden. Es ist vom Wachstum der Arbeitseffizienz geprägt und fällt ab 2028 – nachdem das Kapitalstockwachstum die "steady-state"-Werte erreicht hat – mit diesem zusammen, beträgt also langfristig 1.1 Prozent. Der Potentialoutput pro Erwerbstätigen wächst wegen der anhaltenden Tendenz zu verkürzten Arbeitszeiten mit gut 0.9 Prozent etwas weniger stark. In Bezug auf diese beiden Kenngrößen ergibt sich somit ein recht günstiges Bild, das einem Vergleich mit der Entwicklung seit 1980 durchaus standhält.

Grafik 22: Potentialwachstum pro Arbeitsstunde, pro Erwerbstätigen und pro Kopf der Gesamtbevölkerung (alle Altersklassen)



Allerdings steht nun aber den Erwerbstätigen ein wachsender Bevölkerungsanteil von Personen im Pensionsalter gegenüber, was sich im unterstellten demografischen Szenario in einer sinkenden durchschnittlichen Partizipationsrate ausdrückt. Das Wachstum des Potentialoutput pro Kopf der Bevölkerung (alle Altersklassen) fällt entsprechend tiefer aus. Es beträgt in den 2020er Jahren nur rund 0.5 Prozent und steigt in den 2030er Jahren auf rund 0.7 Prozent. Diese auf den ersten Blick etwas überraschende Erholung erklärt sich damit, dass der Anteil der Personen im Pensionsalter im Prognosezeitraum zwar laufend zunimmt (bzw. die durchschnittliche Partizipationsrate laufend fällt), am Anfang

wegen Pensionierung der "Baby-Boom"-Generation aber rascher als gegen das Ende hin. Der steigende Anteil der Personen im Rentenalter bedeutet für die Erwerbstätigen, dass ihre Realeinkommen nach Abzug von Steuern und Sozialversicherungsbeiträgen weniger stark wachsen dürften als der Potentialoutput pro Erwerbstätigen. Wenn sich die relative Einkommensposition der Pensionierten nicht verschlechtern soll, so ist auch für die Erwerbstätigen mit einer Entwicklung der real verfügbaren Einkommen zu rechnen, die dem Wachstum des Potentialoutput pro Kopf der Bevölkerung entspricht.

6. Prognose des Output Gap im konjunkturellen Zeithorizont

Der Produktionsfunktionsansatz bestimmt den Output Gap bis zum aktuellen Rand anhand der Abweichungen des tatsächlichen BIP vom Potentialpfad, lässt aber offen, wie sich der Output Gap im Prognosezeitraum entwickeln wird. Langfristig ist zwar davon auszugehen, dass das BIP zum Potentialpfad und der Output Gap gegen Null konvergiert. Im konjunkturellen Zeithorizont kann sich der Output Gap aber auch weiter von der Nulllinie entfernen oder sich dieser rasch nähern. Dies hängt von der zukünftigen BIP-Entwicklung ab, die man dem Potentialpfad in Form einer anderweitig beschafften Prognose gegenüberstellen muss.

Weil das BIP im besten Fall über zwei Jahre einigermassen zuverlässig prognostizierbar ist, gliedert sich das im Folgenden skizzierte Vorgehen zur Bestimmung des Output Gap in zwei Phasen. Bis 2021q4 wird das BIP-Wachstum in Anlehnung an die Kurzfrist-Prognosen der KOF, der BAK und der Expertengruppe des Bundes festgelegt. Daran schliesst sich eine mittelfristige "Konvergenzregel" an, die besagt, dass der Output Gap in sechs weiteren Quartalen geschlossen sein muss.

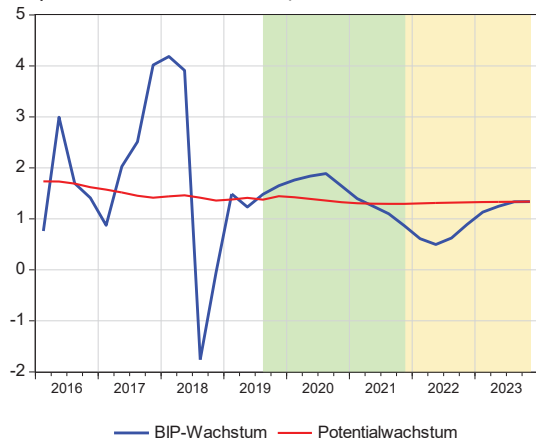
Konkret wird angenommen, das BIP-Wachstum steige bis 2020q3 auf einen Spitzenwert von 1.9 Prozent und bilde sich bis 2021q4 auf 0.9 Prozent zurück (annualisiert). Aus diesem Quartalsverlauf resultieren Jahreswachstumsraten von 1.7 Prozent in 2020 und 1.4 Prozent in 2021, nach schwachen 0.9 Prozent in 2019.¹³ Dieser BIP-Prognose steht ein Potentialwachstum gegenüber, das im betrachteten Zeitraum rund 1.3 Prozent beträgt. Somit liegt das BIP-Wachstum bis 2021q1 über dem Potentialwachstum und fällt anschliessend leicht darunter. Diese Entwicklung ist in Grafik 23a im hellgrün unterlegten Bereich dargestellt. Sie impliziert, dass sich der Output Gap von gegenwärtig 0.4 Prozent bis 2021q1 auf 0.9 Prozent ausweitet und bis Ende 2021 auf 0.7 Prozent verengt (Grafik 23 b und c). Damit sich der Output Gap anschliessend innerhalb von sechs Quartalen schliesst, braucht es eine Reihe weiterer BIP-Wachstumsraten, die unter dem Potentialwachstum liegen (gelb unterlegte Bereiche in Grafik 23).

Dieses in zwei Phasen gegliederte Vorgehen zur Prognose des Output Gap muss in anderen Konjunktursituationen möglicherweise modifiziert werden. Meist dürfte aber der Output Gap am Ende einer kurzfristigen BIP-Prognose nicht geschlossen sein, so dass es sinnvoll erscheint, seine weitere Entwicklung anhand einer Konvergenzregel zu bestimmen.

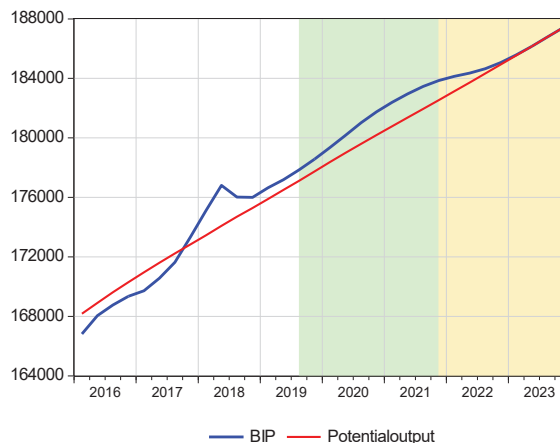
¹³ Die im Dezember 2019 publizierten Prognosen der KOF, der BAK und der Expertengruppe des Bundes vermitteln ein ziemlich einheitliches Bild. Für das kommende Jahr werden BIP-Wachstumsraten zwischen 1.5 Prozent (BAK) und 1.8 Prozent (KOF) prognostiziert, und für 2021 wird mit einer Abschwächung des Wachstums auf Werte zwischen 1.4 Prozent (KOF) und 1.2 Prozent (Expertengruppe) gerechnet.

Grafik 23: Konjunkturelles Prognoseszenario

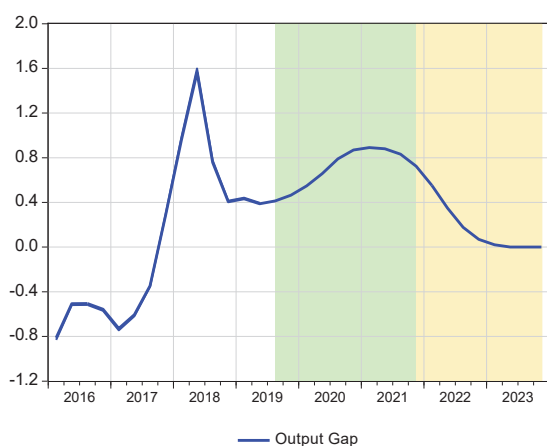
a) BIP-Wachstum und Potentialwachstum
(in Prozent, annualisiert)



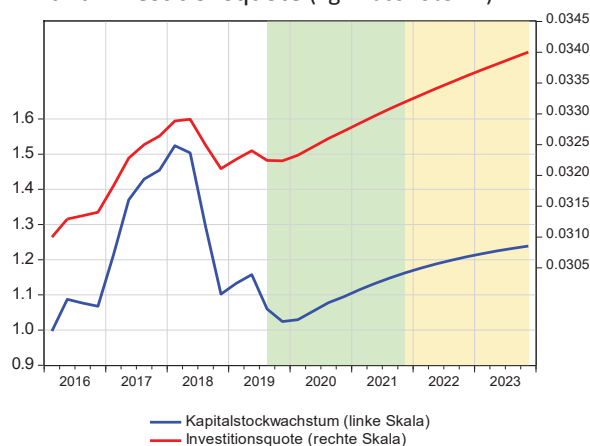
b) BIP und Potentialniveau



c) Output Gap (in Prozent des Potentials)



d) Kapitalstockwachstum (in Prozent, annualisiert)
und Investitionsquote (vgl. Fussnote 11)



Bei der Kombination des Produktionsfunktionsansatzes mit einer unabhängig davon erstellten BIP-Prognose ist auf mögliche Inkonsistenzen zu achten. Insbesondere muss die Entwicklung des Kapitalstocks mit der Investitionstätigkeit harmonieren, die der BIP-Prognose zugrundeliegt. Dieser Konsistenzanforderung wurde in der Kapitalstockberechnung von Abschnitt 5.3 in der folgenden Weise Rechnung getragen. Bei gegebener Abschreibungsrate hängt das Kapitalstockwachstum von der Investitionsquote ab.¹⁴ Wie Grafik 23d zeigt, ist die Investitionsquote 2018 auf ein Niveau gefallen, das ein vermindertes Kapitalstockwachstum mit sich bringt. Sie verharrt im Konjunkturszenario zunächst auf tiefem Niveau. Daraus resultiert ein Kapitalstockwachstum, das sich am Anfang des Prognosezeitraums noch etwas

¹⁴ Der Kapitalstock berechnet sich als $K_t = K_{t-1}(1 - \text{delta}_t) + I_t$. Daraus folgt: $K_t/K_{t-1} - 1 = I_t/K_{t-1} - \text{delta}_t$, d.h. das Kapitalstockwachstum entspricht dem Überschuss der Investitionsquote I_t/K_{t-1} über die Abschreibungsrate delta_t . Aufgrund der Annahme einer trendmässig ansteigenden Abschreibungsrate braucht es für ein konstantes Kapitalstockwachstum eine steigende Investitionsquote. Die Investitionen I_t entsprechen der Summe von Ausrüstungs- und Bauinvestitionen exklusive Wohnbau.

weiter zurückbildet, bevor es längerfristig gegen das höhere Wachstum des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten konvergiert. Diese Kapitalstockentwicklung liegt dem prognostizierten Potentialpfad zugrunde. Sie ist aus der Investitionstätigkeit abgeleitet, die auch der BIP-Prognose zugrundeliegt und folglich mit dieser konsistent.

Langfristig kehrt sich die Kausalität um, indem das auf einem nachhaltigen Wachstumspfad erforderliche Kapitalstockwachstum die Investitionstätigkeit bestimmt. Im Übergang von der kurzen zur langen Frist tritt also gewissermassen ein Wachstumsmodell an die Stelle des Konjunkturmodells.¹⁵ Diesem hybriden Ansatz vorzuziehen wäre ein umfassender Modellansatz, der Prognosen für das BIP, die Investitionen, den Kapitalstock, den Potentialoutput und den Output Gap aus einem Guss liefert und nach dem Auslaufen des Konjunkturzyklus zu einem wohldefinierten Wachstumspfad tendiert. Bestehende Makromodelle würden dafür bei einem mittelfristigen Prognosehorizont eine tragfähige Basis darstellen. Für Prognosen über Zeiträume von Jahrzehnten sind sie aber mit ihrem Fokus auf die Erfassung der konjunkturellen Schwankungen der Wirtschaftsaktivität wenig geeignet.¹⁶

¹⁵ In der Terminologie der Europäischen Kommission tritt die langfristige "capital rule" an die Stelle der kurzfristigen "investment rule".

¹⁶ Dies gilt auch für das vom Autor dieser Studie entwickelte Makromodell (Stalder 2001). Wenn man die exogenen Variablen anschliessend an den konjunkturellen Zeithorizont zu langfristig konstanten Werten (z.B. ausländische Zinssätze) oder zu konstanten Wachstumsraten (z.B. ausländische BIPs) konvergieren lässt, erhält man zwar eine Konjunkturprognose, die nahtlos in eine Langfristprognose übergeht. Über einen langen Prognosezeitraum verändert sich aber die verwendungsseitige Zusammensetzung des BIP sehr stark, was wegen der unterschiedlichen Preis- und Wechselkurselastizitäten der verschiedenen Verwendungskomponenten dazu führt, dass sich das BIP-Wachstum nicht stabilisiert, selbst wenn für die Schweiz ein konstantes Bevölkerungs- und Produktivitätswachstum unterstellt wird. Dieses Problem lässt sich ausschalten, indem man die Nachfrageseite des Modells durch die Vorgabe eines bestimmten Wachstums des nominellen BIP ersetzt. Mit dieser Vereinfachung, die auf die Annahme einer Preiselastizität der Gesamtnachfrage von minus Eins hinausläuft, konvergiert das vom Angebotsblock des Modells bestimmte Realwachstum zu einem gleichgewichtigen Wachstumspfad, während sich der Überschuss des nominellen BIP-Wachstums in Inflation niederschlägt. Dabei geht aber die detaillierte Darstellung der für Konjunkturprognosen relevanten Nachfrageseite der Wirtschaft verloren.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Diese Studie unternimmt den Versuch, die historische Entwicklung des Potentialoutput der Schweiz zu bestimmen und den Potentialoutput im Sinne eines gleichgewichtigen Wachstumspfades in die Zukunft zu projizieren. Die Untersuchung startet mit der ökonometrischen Schätzung einer *Produktionsfunktion*, welche den Zusammenhang zwischen dem Output der schweizerischen Volkswirtschaft, dem BIP, und den Inputfaktoren Arbeit und Kapital darstellt und daraus ein Mass für den Produktivitätsfortschritt ableitet.

Der Potentialoutput soll dem Aktivitätsniveau bei *Normalauslastung* der Produktionsfaktoren entsprechen, wobei Normalauslastung als Situation verstanden wird, in der keine Tendenz zu fallenden oder steigenden Inflationsraten auftritt. Dieses Nachhaltigkeitskriterium wird in dieser Untersuchung anhand einer Phillips-Kurven-Schätzung für den Arbeitsmarkt konkretisiert. Das dazu verwendete State-Space-Modell identifiziert die Beschäftigungsentwicklung, die mit einer konstanten Lohninflation kompatibel ist. Umgerechnet auf Arbeitsstunden ergibt sich daraus das *inflationsneutrale* Arbeitsvolumen. Der Potentialoutput leitet sich aus der geschätzten Produktionsfunktion ab, indem (i) der effektive Arbeitseinsatz durch sein inflationsneutrales Niveau ersetzt wird, (ii) der Auslastungsterm (*PIG*) auf dem Mittelwert konstant gehalten wird, und (iii) die Gleichungsresiduen auf null gesetzt werden.

In den Abweichungen des tatsächlichen BIP vom Potentialoutput, dem sogenannten *Output Gap*, zeigt sich die zyklisch wechselnde Position der Schweizer Wirtschaft. Der Output Gap war gemäss dieser Studie Ende der 1980er Jahre, um die Jahrtausendwende und vor der Finanzkrise von 2008 stark positiv. Nach diesen Hochkonjunkturphasen taucht er jeweils deutlich in den Negativbereich, besonders langanhaltend in der 1990er Jahren. Der Erholung nach der Finanzkrise folgt über mehrere Jahre eine Entwicklung mit einem relativ eng um die Nulllinie schwankenden Output Gap. Er wird Anfang 2018 erstmals wieder deutlich positiv, bildet sich aber mit der jüngsten Konjunkturabschwächung auf 0.4 Prozent zurück.

Diese Aussage ist aufgrund der sogenannten *Randwert-Instabilität* nicht in Stein gemeisselt. Allgemein formuliert bezeichnet Randwert-Instabilität das Problem, dass sich Berechnungen am jeweiligen Ende eines Beobachtungszeitraums spürbar ändern können, wenn neue Datenpunkte verfügbar werden. Dass Filterverfahren zur Bestimmung des Potentialoutput von diesem Problem betroffen sind, ist allgemein bekannt und wird in Stalder (2019a) im Detail diskutiert. Aber auch der Produktionsfunktionsansatz ist nicht frei von Randwert-Instabilität. Erstens sind die Parameter der Produktionsfunktion geschätzt, so dass bei einer Erweiterung des Stützbereichs mit veränderten Schätzwerten zu rechnen ist. Zweitens ist das inflationsneutrale Arbeitsvolumen mit Filterverfahren berechnet, die ebenfalls von Randwert-Instabilität betroffenen sind. Wie sich diese beiden Unsicherheitsfaktoren auf die Potentialschätzung auswirken, wird anhand von rollenden Schätzungen ermittelt (sukzessive Ausweitung des Stützbereichs und Vergleich der Randwerte mit den definitiven Schätzungen). Es zeigt sich, dass der Output Gap im Zeitraum 2004 bis 2018 um durchschnittlich 0.64 Prozentpunkte falsch eingeschätzt wird, wobei die Schätzunsicherheit an konjunkturellen Wendepunkten grösser ist als in ruhigen Konjunkturphasen. Die vorstehende Aussage, der Output Gap betrage Mitte 2019 0.4 Prozent, ist folglich mit Vorsicht zu

geniessen. Je nach der nachfolgenden Konjunktorentwicklung könnte er auch stärker positiv oder leicht negativ sein.¹⁷

Für die Berechnung des *langfristigen Potentialpfades* muss die Entwicklung der Inputfaktoren der Produktionsfunktion in die Zukunft projiziert werden, was kritische Annahmen zur demografischen Entwicklung und zum Produktivitätsfortschritt involviert.

Die Produktionsfunktion schreibt das Produktivitätswachstum in Form einer steigenden Arbeitseffizienz dem Faktor Arbeit zu (Harrod-neutraler technischer Fortschritt). Die ökonometrische Schätzung zeigt, dass sich das *Wachstum der Arbeitseffizienz* von jährlich 1.5 Prozent vor der Finanzkrise auf 1.1 Prozent danach abgeschwächt hat. Dieser Wert wird der Berechnung des Potentialwachstums zugrundegelegt. Faktoren, die für ein höheres Effizienzwachstum sprechen – zunehmende Digitalisierung von Produktionsprozessen, Einsatz von künstlicher Intelligenz, Zuwanderung von überdurchschnittlich qualifizierten Personen – haben sich bis jetzt nicht in den Daten niedergeschlagen, möglicherweise weil sich die Wirtschaftsaktivität unter dem Einfluss des starken Frankens und tiefer Zinsen vom Industrie-sektor auf weniger produktive Dienstleistungsbranchen und die Bauwirtschaft verlagert hat. Ob dies auch in Zukunft so bleiben wird, ist schwierig abzuschätzen. Ein höheres Effizienzwachstum würde ein entsprechend höheres Potentialwachstum induzieren.

In demographischer Hinsicht stützt sich die Studie auf das Referenzszenario des BFS (mittlere Variante), das bei einem steigenden Anteil der Personen im Pensionsalter ein sich markant abschwächendes *Wachstum der Erwerbsbevölkerung* vorhersieht. Während die Annahmen zur Entwicklung der alters- und geschlechtsspezifischen Partizipationsraten sowie der Fruchtbarkeit und der Lebenserwartung auf relativ sicherem Grund stehen, könnte die Immigration auch deutlich höher oder tiefer ausfallen.¹⁸ Dies hängt von politischen Entscheidungen zur Personenfreizügigkeit sowie von den Standortbedingungen für Unternehmungen und der Attraktivität der Schweiz als Arbeits- und Wohnort ab.

Unter den getroffenen Annahmen zum Effizienzwachstum und zur Entwicklung der Erwerbsbevölkerung kommt die vorliegende Untersuchung zu Schluss, dass das Potentialwachstum, das bereits in den letzten Jahren spürbar abgenommen hat, sich bis 2040 weiter auf 1.1 Prozent abschwächen wird. Bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen bleibt das Potentialwachstum mit knapp 1 Prozent im Vergleich mit der Entwicklung seit 1980 stabil. Pro Kopf der Gesamtbevölkerung fällt es aber in den 2020er Jahren auf rund 0.5 Prozent. Grund dafür ist die mit dem Eintritt der "Baby-Boomer" ins Pensionsalter stark rückläufige durchschnittliche Partizipationsrate. Bei einem sich tendenziell stabilisierenden Anteil der Personen im Pensionsalter erholt sich das auf die Gesamtbevölkerung bezogene Potentialwachstum bis 2040 wieder leicht auf rund 0.7 Prozent.

¹⁷ Beim HP-Filter zeigt sich in rollenden Schätzungen eine durchschnittliche Fehleinschätzung des Output Gap von 1.1 Prozentpunkten. Die besten der in Stalder (2020a) diskutierten Filtermodelle schneiden mit einer Fehlermarge von rund 0.45 Prozentpunkten besser ab.

¹⁸ Den verschiedenen Unsicherheitsfaktoren wird vom BFS Rechnung getragen, indem der Referenzentwicklung die Varianten "hoch" bzw. "tief" gegenübergestellt werden. Dabei wird betont, dass es sich bei all diesen Projektionen nicht um Prognosen, sondern um denkbare, auf bestimmte Hypothesen gestützte Szenarien handelt.

Diese Projektionen sind unvermeidbar stark von den unterstellten Annahmen zur demografischen Entwicklung und zum Effizienzwachstum geprägt. Die Ergebnisse sind jedoch insofern transparent, als einfach zu sehen ist, wie sich alternative Annahmen auswirken würden.

Ein Einwand, der die Projektionen grundlegender in Frage stellt, bezieht sich auf das *Kapitalstockwachstum*. Seine Berechnung basiert auf der Bedingung, dass sich der Kapitalstock langfristig proportional zum Arbeitsvolumen in Effizienzeinheiten entwickeln muss, weil andernfalls die Kapitalproduktivität laufend sinken oder steigen würde. An dieser theoretisch fundierten Bedingung ist nichts auszusetzen. Im Zusammenhang mit der Personenfreizügigkeit stellt sich aber die Frage der *Kausalität*. Sie läuft in dieser Studie – wie im Produktionsfunktionsansatz üblich – vom Wachstum der Erwerbsbevölkerung über das inflationsneutrale Arbeitsvolumen zum Kapitalstockwachstum. Mit anderen Worten passt sich die Entwicklung des Kapitalstocks in der langen Frist endogen dem exogen vorgegebenen Wachstum der Erwerbsbevölkerung an. Ein höheres (tieferes) Wachstum der Erwerbsbevölkerung zieht ein höheres (tieferes) Kapitalstockwachstum nach sich. Im Fall der Schweiz (und vermutlich auch in einigen anderen Ländern) ist diese einseitige Sicht der Kausalität in Frage zu stellen. Sofern die Standortbedingungen für Unternehmungen gut bleiben und die Schweiz auch als Arbeits- und Wohnort attraktiv bleibt, ist das Wachstum des Kapitalstocks nicht durch eine exogen vorgegebene Verfügbarkeit von Arbeitskräften limitiert. Vielmehr können – wie die Vergangenheit zeigt – mit Kapitalinvestitionen Arbeitsplätze in einem Ausmass geschaffen werden, das über eine starke Immigration endogen ein hohes Bevölkerungswachstum induziert. Von einer völligen Umkehr der Kausalität und einem nach oben unbegrenzten Wachstumspotential ist allerdings nicht auszugehen, denn es gibt andere Faktoren, die die Anziehungskraft der Schweiz bei einem über längere Zeit hohen Bevölkerungswachstum zunehmend beeinträchtigen würden. Dazu gehört die Überlastung der Infrastruktur. Des Weiteren könnte der Lohnvorsprung der Schweiz unter dem Einfluss der Personenfreizügigkeit mit der Zeit erodieren, so dass die Schweiz als Arbeitsort an Attraktivität einbüsst. Und auch der Wohnungsmarkt könnte bremsend wirken, indem steigende Mieten und Immobilienpreise die Attraktivität der Schweiz als Wohnort vermindern. Im Produktionsfunktionsansatz, wie er in dieser Studie in Anlehnung an die Untersuchungen der OECD und der Europäische Kommission implementiert wurde, sind diese komplexen Aspekte ausgeblendet. Ihre Berücksichtigung würde auf eine erhebliche Verkomplizierung hinauslaufen.

Anhang: Die Praxis internationaler Institutionen

OECD ¹⁹

Im Rahmen der halbjährlichen Publikationen zur wirtschaftlichen Lage ihrer Mitgliedsländer (Economic Outlook) erarbeitet die OECD Schätzungen für den Potentialoutput und den Output Gap anhand des Produktionsfunktionsansatzes. Neben diesen konjunkturellen Betrachtungen publiziert die OECD auch langfristige Potentialprojektionen für 46 Länder. Dabei nimmt sie hinsichtlich der demografischen Entwicklung eine Dekomposition vor, die etwas von dieser Studie abweicht. Einerseits ist die Bevölkerung im Erwerbsalter *PWA* auf den Altersbereich der 15 bis 74-jährigen Personen festgelegt. *PWA* entspricht definitorisch dem Produkt aus der Gesamtbevölkerung *POP* und dem Anteil *SA* der "aktiven" Bevölkerung an *POP* ($PWA = SA * POP$). Die Alterung der Bevölkerung (der zunehmende Anteil der über 74-jährigen Personen) zeigt sich in einem abfallenden Verlauf von *SA*, der für die Potentialprognose ja nach den länderspezifischen Gegebenheiten in die Zukunft projiziert wird. Ein vergleichsweise schwaches Wachstum vom *PWA* in einem bestimmten Land kann somit die Folge eines schwachen Wachstums vom *POP* oder eines starken Rückgangs von *SA* sein – mit unterschiedlichen Auswirkungen auf das pro-Kopf-BIP und die Finanzierung der Sozialwerke. Andererseits vereinfacht die OECD die Sache etwas, indem sie die Partizipationsrate *PRATE* (Anteil der "Erwerbswilligen" an *PWA*) und die Beschäftigungsrate (*1-URATE*) zu einer Erwerbsquote zusammenfasst, die dem Anteil der tatsächlich Beschäftigten an *PWA* entspricht. Das inflationsneutrale Niveau der Erwerbsquote wird anhand eines NAIKU-Konzepts bestimmt. Des Weiteren misst die OECD den Arbeitsinput in der Produktionsfunktion mit der Anzahl Beschäftigter, verzichtet also auf die Umrechnung in geleistete Arbeitsstunden.

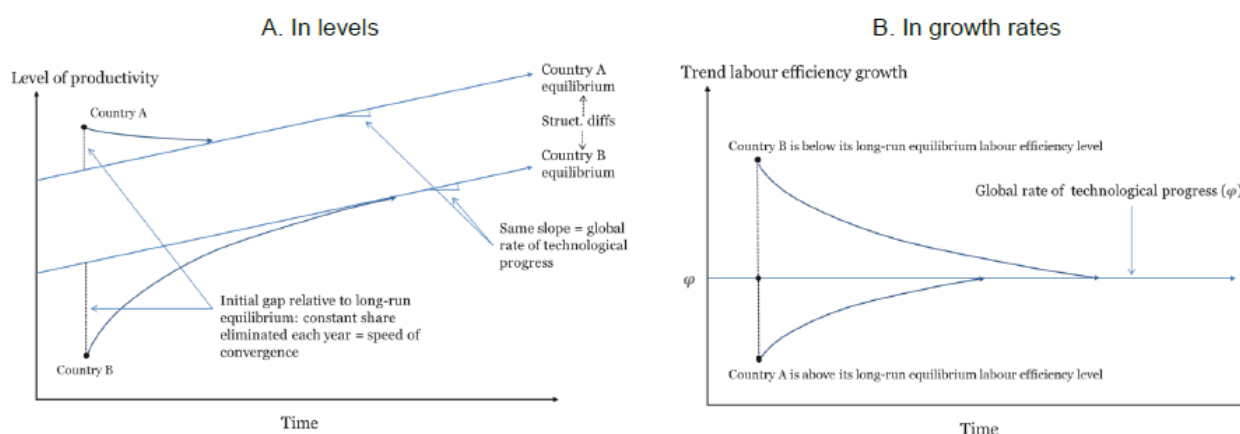
Die gesamtwirtschaftliche Erwerbsquote wird von der OECD anhand eines *Kohorten-Modells* prognostiziert. Der Kerngedanke dieses Verfahren lässt sich am Beispiel der Erwerbstätigkeit der Frauen wie folgt skizzieren. Die heute 30 bis 35-jährigen Frauen weisen eine Erwerbsquote auf, die höher ist als die Erwerbsquote der Frauen, die vor 20 Jahren 30 bis 35 Jahre alt waren. Die heute 30 bis 35-jährigen Frauen werden in 20 Jahren in der Altersgruppe der 50 bis 55-jährigen Frauen anzutreffen sein. Sie werden gemäss Kohorten-Modell eine Erwerbsquote aufweisen, die höher ist als die Erwerbsquote der heute 50 bis 55-jährigen Frauen, weil sie ihre höhere "Erwerbsneigung" über die Zeit mitnehmen. Bei der Prognose der gesamtwirtschaftlichen Erwerbsquote nur die Veränderung in der Altersstruktur der Bevölkerung zu berücksichtigen, d.h. von konstanten alters- und geschlechtsspezifischen Erwerbsquoten auszugehen, wäre nicht korrekt. Damit würden die mit der demografischen Alterung verbundenen Probleme überzeichnet. Die OECD trägt zudem auch dem Einfluss länderspezifischer Arbeitsmarkt-Regulierungen ("replacement ratios", Minimallöhne, Verfügbarkeit familienexterner Kinderbetreuung, usw.) und von Strukturreformen auf die Erwerbsquoten Rechnung. Das Verfahren ist in Cavalleri und Guillemette (2017) detailliert beschrieben.

Die Produktionsfunktion ist – wie in dieser Studie - als Cobb-Douglas-Funktion mit Harrod-neutralem technischem Fortschritt spezifiziert. Die Entwicklung der Arbeitseffizienz wird aber rein residual

¹⁹ Vgl. Guillemette et al. (2018), Guillemette et al. (2017), Guillemette and Turner (2017), Guillemette and Turner (2018), Cavalleri and Guillemette (2017).

bestimmt, indem die Produktionsfunktion bei gegebener Entwicklung des Output Y , des Arbeitseinsatzes L und des Kapitalstocks K nach der unbekanntenen Arbeitseffizienz E aufgelöst wird. Dabei wird der Parameter α (labor share) für alle Länder einheitlich auf 0.67 gesetzt. Die resultierende Zeitreihe für E wird bis zum aktuellen Rand mit dem HP-Filter geglättet und mit einem Verfahren fortgeschrieben, das von der OECD als "conditional convergence framework" bezeichnet wird. Der Kerngedanke ist in Guillemette et al. (2017) anhand der folgenden Grafik illustriert (wobei die Ordinate in Panel A richtigerweise mit "Level of Labour Efficiency" anzuschreiben wäre).

Figure 1. Conditional convergence in labour efficiency



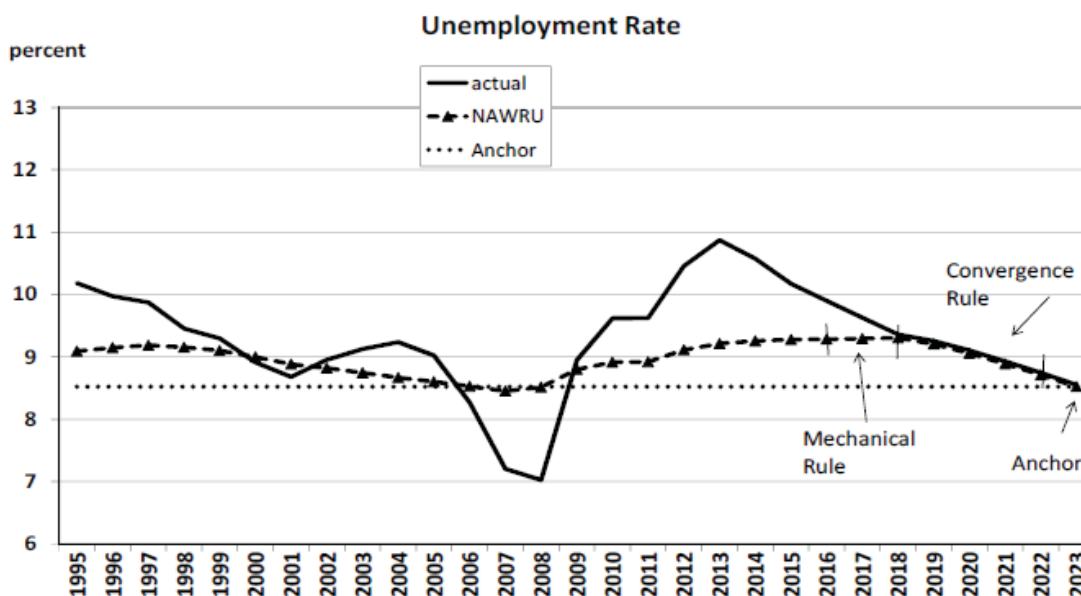
Land A weist aus strukturellen Gründen eine höhere Arbeitseffizienz auf als Land B (linke Grafik). Solche Unterschiede resultieren aus dem Ausbildungsstand der Bevölkerung, der Offenheit eines Landes, der Stabilität des makroökonomischen Umfelds, der Einkommensverteilung und dem Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung, um die wichtigsten Faktoren zu nennen. (Die Schweiz wird gemäss diesen Kriterien unter allen OECD-Ländern nur von Norwegen und Luxemburg übertroffen). In Land A liegt das aus der Produktionsfunktion abgeleitete Mass der Arbeitseffizienz am aktuellen Rand über dem strukturellen Niveau. Seine Arbeitseffizienz wird nach der Logik des "conditional convergence"-Ansatzes im Prognosezeitraum von oben gegen das strukturelle Niveau konvergieren, für eine gewisse Zeit also ein tieferes Wachstum aufweisen (rechte Grafik). In Land B liegen die Verhältnisse umgekehrt. Die Arbeitseffizienz ist strukturell tief, das aktuelle Niveau liegt aber noch tiefer, so dass das Land von unten aufholen kann und somit für eine gewisse Zeit ein höheres Wachstum der Arbeitseffizienz aufweisen wird. Langfristig unterstellt die OECD für alle Länder ein jährliches Effizienzwachstum von 1.5 Prozent.

Die Entwicklung des (inflationsneutralen) Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten ergibt sich als Produkt von (inflationsneutraler) Beschäftigung und Arbeitseffizienz. Für den Kapitalstock wird – wie in dieser Studie – angenommen, dass er sich langfristig proportional zum inflationsneutralen Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten und damit auch proportional zum BIP entwickelt.

Europäische Kommission ²⁰

Die von einer Arbeitsgruppe zuhanden der Europäischen Kommission berechneten Potentialprognosen stützen sich auf einen Ansatz, der demjenigen der OECD ähnlich ist. Für die Prognose der demografischen Entwicklungen wird wie von der OECD ein Kohorten-Modell verwendet. Dieses bezieht sich aber nicht auf die Erwerbsquote, sondern auf die Partizipationsrate (Anteil der Beschäftigten und Arbeitslosen an der Erwerbsbevölkerung). In die Berechnung des inflationsneutralen Arbeitsvolumens geht somit neben der Partizipationsrate auch die separat modellierte Arbeitslosenquote ein. Die zur Bestimmung einer inflationsneutralen Arbeitsmarktlage verwendete Methode kann wie folgt skizziert werden. Für die EU-Mitgliedsländer werden je nach Eignung traditionelle oder "vorausschauende" Phillips-Kurven in *NAWRU*-Form geschätzt. Anhand der Veränderungen des Lohnwachstums lässt sich daraus ableiten, ob die nicht direkt beobachtbare *NAWRU* in der betreffenden Periode unter oder über der effektiven Arbeitslosenquote *URATE* lag. Aufgrund der kurzfristigen Schwankungen des Lohnwachstums ist die resultierende *NAWRU*-Reihe volatil; sie wird deshalb mit dem Kalman-Filter geglättet. Das Prognoseverfahren lässt sich anhand der folgenden, aus Havik (2014) kopierten Grafik illustrieren (Prognosezeitraum 2014-2023).

Graph 2: Unemployment rate, the *NAWRU* and the anchor for the EU 28 area



Die am aktuellen Rand festgestellte Steigung der *NAWRU* wird in das erste Jahr des Prognosezeitraums fortgeschrieben. Danach wird *NAWRU* für vier Jahre konstant gehalten. Das diesen Kurzfristprognosen zugrundeliegende Fortschreibungsverfahren wird als "Mechanical Rule" bezeichnet. Für den längerfristigen Prognosehorizont kommt eine sogenannte "Convergence Rule" zum Einsatz. Sie lässt die *NAWRU* zu einem Gleichgewichtsniveau ("Anchor") konvergieren, das auf Basis von Panel-Regressionen von länderspezifischen Erklärungsfaktoren ("replacement ratio" der Arbeitslosenversicherung, "tax

²⁰ Vgl. Havik et al. (2014)

wedge", "union density", usw.) abhängig gemacht wird. Die effektive Arbeitslosenquote erreicht nach fünf Jahren das *NAWRU*-Niveau und folgt diesem anschliessend.

Die Produktionsfunktion ist ebenfalls als Cobb-Douglas-Funktion spezifiziert. Im Unterschied zur OECD und dieser Studie erscheint der technische Fortschritt aber als "Hicks-neutral". Somit tritt die totale Faktorproduktivität an die Stelle der Arbeitseffizienz. Sie wird rein residual als Überschuss des BIP-Wachstums über die Wachstumsbeiträge des Arbeits- und Kapitaleinsatzes berechnet. Die resultierende Volatilität wird mit dem Kalman-Filter geglättet. Dieser ist bivariat angesetzt, indem die Kapazitätsauslastung als zusätzlicher, mit der totalen Faktorproduktivität korrelierter Indikator in die Schätzung einbezogen wird. Für die konjunkturelle Prognose des Kapitalstocks wird eine sogenannte "investment rule" verwendet, so dass sich z.B. eine schwache Investitionstätigkeit in einem schwachen Kapitalstockwachstum niederschlägt. Langfristig wird wie von der OECD davon ausgegangen, dass sich der Kapitalstock proportional zum BIP entwickelt.

IMF

Beim IMF gibt es keine einheitlich verwendete Methode zur Bestimmung von Potentialoutput und Output Gap. Angesichts der grossen Heterogenität der Mitgliedsländer bleibt es den einzelnen "country desks" überlassen, welche Methode sie aufgrund der Datenlage und sonstigen lokalen Gegebenheiten als geeignet erachten. So kommen HP-Filter, multivariate Filter und Produktionsfunktionsansätze zum Einsatz. Auch der halbjährlich publizierte *World Economic Outlook* stützt sich je nach Fragestellung auf unterschiedliche Methoden. So geht z.B. die Publikation vom April 2018 auf Basis eines multivariaten Filters sowie einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion der Frage nach, warum die Inflation trotz kräftigem Konjunkturaufschwung weltweit nur wenig angezogen hat.

EZB

Auch bei der EZB gibt es keine offizielle Methode zur Bestimmung von Potentialoutput und Output Gap. Natürlich ist aber die Einschätzung der konjunkturellen Anspannungssituation in der Euro-Zone und den einzelnen Ländern für die EZB von zentraler Bedeutung. Gerade deswegen stützt sie sich – wie auch die SNB²¹ – auf eine Vielzahl von Modellansätzen und Indikatoren. Im geldpolitischen Entscheidungsprozess beachtet sie unter anderem, wie die Europäische Kommission den Output Gap für die Länder der Euro-Zone einschätzt. Des Weiteren ist in diesem Zusammenhang das an der EZB entwickelte "New Multi-Country Model" zu erwähnen, das den Potentialoutput auf Basis einer CES-Produktionsfunktion bestimmt (Dieppe et al. 2011, Anderton et al. 2014). In den monatlichen Publikationen (Monthly Bulletin), in denen die EZB ihre geldpolitischen Entscheidungen begründet, spielt dieses Modell aber kaum eine Rolle. Die EZB sieht davon ab, konkrete Zahlen zum Output Gap in der Euro-Zone oder in einzelnen Ländern zu publizieren.

²¹ Die von der SNB publizierte Inflationsprognose basiert auf einer ganzen Palette von Modellen, die teilweise einen Output Gap enthalten.

Literaturverzeichnis

- Anderton R., T. Aranki, A. Dieppe, C. Elding, S. Haroutunian, P. Jacquinet, V. Jarvis, V. Labhard, D. Rusinova and B. Szörfi (2014): Potential Output from a Euro Area Perspective, European Central Bank, Occasional Paper 156.
- Ando A.K., F. Modigliani, R. Rasche and S.J. Turnovsky (1974): On the Role of Expectations and Technological Change in an Investment Function, *International Economic Review* 15, 384-414.
- Borio C., P. Disyatat and M. Juselius (2013): Rethinking potential output: Embedding information about the financial cycle, BIS Working Papers No 404.
- Bundesamt für Statistik (2015): Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2015 –2045, Bern.
- Cavalleri M.C. and Y. Guillemette (2017): A revised approach to trend employment projections in long-term scenarios, OECD Economics Department Working Paper No. 1384.
- Chow G.C. and A.L. Lin (1971): Best linear unbiased interpolation, distribution, and extrapolation of timeseries by related series, *The Review of Economics and Statistics*, 53(4), 372–375.
- Cohen A.J. and C. Harcourt (2003): Retrospectives: Whatever Happened to the Cambridge Capital Theory Controversies? *Journal of Economic Perspectives*, Vol 7, No 1, 199-214.
- Dieppe A., A. González Pandiella and A. Willman (2011): The ECB's New Multi-Country Model for the Euro Area, European Central Bank, Working Paper 1315.
- Guillemette Y., A. De Mauro and D. Turner (2018): Saving, investment, capital stock and current account projections in long-term scenarios, OECD Economics Department Working Paper No. 1461.
- Guillemette Y., A. Kopoin, D. Turner and A. De Mauro (2017): A revised approach to productivity convergence in long-term scenarios, OECD Economics Department Working Paper No. 1385.
- Guillemette Y. and D. Turner (2017): The fiscal projection framework in long-term scenarios, OECD Economics Department Working Paper No. 1440
- Guillemette Y. and D. Turner (2018): The long view, OECD Economic Policy Paper No. 22
- Havik K., K. Mc Morrow, F. Orlandi, Ch. Planas, R. Raciborski, W. Röger, A. Rossi, A.Thum-Thysen and V. Vandermeulen (2014): The Production Function Methodology for Calculating Potential Growth Rates & Output Gaps, European Commission, Economic Papers 535.
- Kydland F.E. and E.C. Prescott (1982): Time to Build and Aggregate Fluctuations, *Econometrica* 50:6, 1345–1370.
- Mankiw N.G. (2006), The Macroeconomist as Scientist and Engineer, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 20, 29-46.
- Nelson C. and C. Plosser (1982): Trends and random walks in macroeconomic time series: Some evidence and implications, *Journal of Monetary Economics*, vol. 10/2, 139-162.
- Plosser C. (1989): Understanding Real Business Cycles, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 3, No. 3, 51-77.
- Robinson J. (1953): The Production Function and the Theory of Capital, *Review of Economic Studies*. 21:2, 81–106.
- SECO (2019): Methodenbericht «Potenzialwachstum, Produktionslücke und Szenarien zur BIP-Entwicklung der Schweiz», SECO, Direktion für Wirtschaftspolitik, Dezember 2019.

- Stalder P. (1991): Regime Transitions, Spillovers and Buffer Stocks - Analysing the Swiss Economy by Means of a Disequilibrium Model (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer, Berlin).
- Stalder P. (1994): Excess Demand, Capacity Adjustment and Price Setting - An Econometric Model for Swiss Manufacturing Based on Survey Data, KOF-Arbeitspapier Nr. 46 (Konjunkturforschungsstelle ETH, Zürich).
- Stalder P. (2001): Ein ökonometrisches Makromodell für die Schweiz, Quartalsheft 2/2001 der Schweizerischen Nationalbank, 62-89.
- Stalder P. (2010): Free Migration between the EU and Switzerland - Impacts on the Swiss Economy and Implications for Monetary Policy, Swiss Journal of Economics and Statistics (4, pp.821-874).
- Stalder P. (2020a): 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.
- Stalder P. (2020b): Methoden der Potentialschätzung: Produktionsfunktion oder Filterverfahren? Eine vergleichende Beurteilung in der Anwendung auf die Schweiz, Grundlagen für die Wirtschaftspolitik Nr. 11, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern.
- Sichel D. (2017): The Productivity Slowdown is Even More Puzzling than You Think. The Econfact-Network, May 17, 2017.
- Wickens M.R. (1970): Estimation of the Vintage Cobb-Douglas Production Function for the United States 1900-1960, The Review of Economics and Statistics, Vol. 52, No. 2, 187-193