



# Preisindizes für das schweizerische elektrische Netz

Basel, April 2010

*Autoren:*

Dr. Stefan Vannoni, Projektleiter

MSc Lukas Mohler

MSc Daniel Müller

*Projektbegleitung:*

Prof. em. Dr. Silvio Borner

Institut für Wirtschaftsstudien Basel GmbH

Reichensteinerstrasse 5

Postfach

CH-4002 Basel

[www.wirtschaftsstudien.ch](http://www.wirtschaftsstudien.ch)

Studie im Auftrag der Eidgenössischen Elektrizitätskommission (EiCom).

## Inhalt

1 Zusammenfassung.....	4
2 Problemstellung .....	6
2.1 Ausgangslage .....	6
2.2 Projektziel.....	6
3 Preisindizes in der Praxis.....	7
3.1 Statistische Preisindizes .....	7
3.1.1 Der Laspeyres-Index.....	7
3.1.2 Der Paasche-Index .....	7
3.1.3 Der Fisher-Index .....	7
3.1.4 Verkettung von Indexreihen .....	8
3.2 Bewertungskriterien und mögliche Verzerrungen von Indizes .....	8
3.2.1 Substitutionsverzerrung .....	8
3.2.2 Qualitätssteigerungen .....	9
3.2.3 Repräsentativität bzw. Vereinbarkeit mit dem Indexziel.....	9
4 Offizielle Indizes und das elektrische Netz.....	9
4.1 Anlageklassen des elektrischen Netzes.....	9
4.2 Eignung der bestehenden Indizes zur direkten Indexierung der Anlageklassen.....	11
4.2.1 Produzenten- und Importpreisindex .....	11
4.2.2 IWSB-Hörsple-Index.....	11
4.2.3 Weitere Indizes und Zusammenfassung.....	12
4.3 Subindizes zur Indexierung von Komponenten der Anlageklassen .....	12
4.3.1 Geeignete Indizes .....	13
4.3.2 Produktivitätsveränderungen und Lösungsansätze mit bestehenden Indizes .....	17
5 Ermittlung von Preisindizes für die Anlageklassen des Netzes.....	19
5.1 Freileitungen .....	21
5.1.1 Ermittlung der Preisindizes .....	21
5.1.2 Sensitivitätsanalyse.....	24
5.2 Kabelleitungen .....	26
5.2.1 Ermittlung der Preisindizes .....	26
5.2.2 Sensitivitätsanalyse.....	29
5.3 Trassees .....	31
5.4 Unterwerke.....	32
5.4.1 Indexierung der Hauptkomponenten von Unterwerken.....	33
5.4.2 Gesamtindex Unterwerke ab 1993.....	34
5.5 Transformatorenstationen .....	37
5.6 Probleme bei der Indexierung von technologieintensiven Komponenten .....	39
6 Aktualisierung des IWSB-Hörsple-Index .....	40
7 Übersicht der Preisentwicklungen.....	42
8 Quellen- und Literaturverzeichnis .....	44
Anhang.....	45
A.1 Warenkörbe für die verschiedenen Netzkomponenten.....	45
A.2 Indexierung der verschiedenen Warenkorbkomponenten .....	48
A.3 Indexreihen.....	53
A.4 Expertenaussagen zu den Materialanteilen von wichtigen Komponenten.....	55
A.5 Vergleich des ursprünglichen mit dem aktualisierten IWSB-Hörsple-Index .....	56

## 1 Zusammenfassung

Für die Rückindexierung von Elementen des Schweizer Stromübertragungs- und Stromverteilnetzes werden offiziell ausgewiesene und möglichst repräsentative Preisindizes benötigt. Das vorliegende Projekt hat zum Ziel, Alternativen zum bisher verwendeten Produzenten- und Importpreisindex zu entwickeln. Dabei ist eine möglichst geringe Anzahl unterschiedlicher Indizes bei jeweils möglichst hoher Repräsentativität zentral.

In einem ersten Schritt werden, nach einer kurzen Übersicht zur Indextheorie, in Zusammenarbeit mit der Schweizer Strombranche wichtige Anlageklassen des Schweizerischen Stromnetzes unterschieden und deren wesentlichen Komponenten sowie ihre Anteile identifiziert. Neben je drei Anlageklassen bei Kabel- und Freileitungen (HS, MS, NS) werden zwei Unterwerkskategorien (NE 2 und 4) sowie Transformatorstationen NE 6 und Rohranlagen-Trassees auf der Mittel- und Niederspannungsebene unterschieden. Für diese 10 Positionen sollen Indizes erstellt werden.

Die wichtigsten Komponenten beim Bau von Freileitungen sind die Masten, die Freileitungsseile, die Fundamente, sowie Montage und Projektierungskosten. Bei den unterirdisch verlegten Kabelleitungen stellen die verlegten Kabel, die Montage, der Tiefbau, die Projektierung sowie der sogenannte Rohrblock die wichtigsten Komponenten dar.

Bei den Unterwerken werden Gebäude, Schaltanlagen, Elemente der Sekundärtechnik und die Transformation als Hauptkomponenten identifiziert. Die Transformatorstationen bestehen ebenfalls vor allem aus Gebäude, Schalttechnik und Transformatoren.

In einem zweiten Schritt werden bestehende (Sub-)Indizes auf die Eignung zur Rückindexierung geprüft. Indizes wie beispielsweise der Landesindex der Konsumentenpreise, der Produzenten- und Importpreisindex oder ein Importpreisindex der Zollverwaltung sind zwar offiziell ausgewiesen, für die entsprechenden Komponenten des Schweizer Stromnetzes jedoch höchstens teilweise repräsentativ und damit nicht geeignet. Der IWSB-Höspfle-Index ist auf Grund seiner Repräsentativität und Robustheit für die Indexierung der Höchstspannungsleitungen in der Schweiz gut geeignet, für das sehr heterogene schweizerische Stromnetz jedoch nicht repräsentativ genug, weshalb weitere Indizes ermittelt werden müssen. Selbst bei Freileitungen dürfte der IWSB-Höspfle-Index nicht genügend repräsentativ sein: Beispielweise werden auf unteren Spannungsebenen weniger Stahl-, dafür mehr Holz- und Betonmasten verwendet. Ebenso bestehen bei den Anteilen an Arbeitskosten und beispielweise Fundamenten grössere Unterschiede.

In einem dritten Schritt werden deshalb für die Komponenten des Schweizer Stromnetzes repräsentative Preisindizes konstruiert, die auf offiziell ausgewiesenen (Sub-)Indizes beruhen. Das Vorgehen zur Berechnung von jeweils spezifischen Indizes für die Anlageklassen des Schweizer Stromnetzes erfolgt analog zum Vorgehen bei der Entwicklung des IWSB-Höspfle-Index.

Preisentwicklungen von Kabel- und Freileitungen der Netzebenen 3, 5 und 7 lassen sich ausreichend mit der Preisentwicklung der dafür verwendeten Materialien wiedergeben. Wiederum kommt dabei der Anpassung der zugrundeliegenden Warenkörbe grosse Bedeutung zu. Mit möglichst geringen zeitlichen Abständen wurden – aufgrund von vorliegenden historischen Kostenaufstellungen der Schweizerischen Strombranche – die Anteile der Stromnetz-Komponenten jeweils den realen Veränderungen beim Bau von Teilen des Stromnetzes angepasst.

Produktivitätsveränderungen über die Zeit – die bei der Erstellung von Frei- und Kabelleitungen ohnehin als gering einzustufen sind – lassen sich durch die kontinuierliche Anpassung der Warenkörbe adäquat berücksichtigen. Bei den Preisentwicklungen von Unterwerken und Transformatorstationen ist dies nicht der Fall. Erstere setzen sich u.a. aus Sekundärtechnik, Transformation und Schaltanlagen zusammen und Letztere beinhalten einen Transformator sowie diverse Schaltmechanismen. Diese erwähnten Komponenten bestehen zwar ebenfalls grösstenteils aus Materialien, für welche Indizes vom BFS ausgewiesen werden. Zentral bei der Produktion dieser Komponenten ist aber eine sich stark verändernde Produktionstechnologie über die Jahre. Wird bei diesen Komponenten lediglich auf die Entwicklung der Materialpreise und Löhne abgestellt, so kann die reale Preisentwicklung durchaus sehr falsch eingeschätzt werden. Produktivitätsveränderun-

gen müssen bei den Anlageklassen Unterwerke und Transformatorenstationen deswegen zwingend mitberücksichtigt werden.

Die entsprechenden Positionen Sekundärtechnik, Transformation sowie Schaltanlagen können ab 1993 adäquat durch die PPI-Subindizes der Indexposition Elektrische Einrichtungen indiziert werden, womit Produktivitätsveränderungen berücksichtigt werden. Für die Jahre vor 1993 bestehen für diese Anlageklassen jedoch keine offiziell ausgewiesenen Indizes, welche zur direkten Indexierung geeignet wären.

Eine Möglichkeit, die Preisentwicklung dieser Komponenten auch für die Jahre vor 1993 abzubilden wäre allenfalls, die entsprechende Produktivitätsentwicklung mit einem offiziell ausgewiesenen Index zu erfassen und damit die Entwicklung der entsprechenden Materialpreise zu korrigieren. Daten für die Schweiz umfassen jedoch lediglich die Totale Faktorproduktivität ab 1990 für die ganze Volkswirtschaft, sowie die Arbeitsproduktivität ab 1970, ebenfalls für die gesamte Volkswirtschaft. Sektorspezifische Daten liegen nicht vor. Da die durchschnittliche Produktivitätsentwicklung mit etwas über 1% pro Jahr sehr moderat, und damit gemäss Expertenaussagen in keiner Weise kompatibel mit Produktivitätsentwicklungen von Komponenten wie Schaltanlagen, Transformatoren oder Sekundärtechnik ist, muss von der Verwendung dieser Indizes abgesehen werden.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, Verkaufspreise dieser fertigen Komponenten aus offiziellen Statistiken zu verwenden. Da Transformatoren oder Geräte der Sekundärtechnik importiert werden, könnte die Comtrade-Datenbank der UNO (Comtrade 2010), welche Daten zu Importen solcher Komponenten zur Verfügung stellt, verwendet werden. Für die Schweiz sind solche Daten ab 1976 erhältlich. Wiederum stellen sich aber mehrere Probleme. Einerseits können für diese Komponenten lediglich „Kilogrammpreise“ berechnet werden und andererseits wurden bis Ende der 1980er-Jahre laut Experten praktisch keine der wichtigen Komponenten importiert. Zudem deuten die Entwicklungen dieser Preise auf starke Preiserhöhungen im Bereich der Transformatoren, Schaltanlagen und elektronischen Geräte (wie sie bei der Sekundärtechnik verwendet werden) hin, was sich wiederum nicht mit den Expertenmeinungen deckt. Aus diesen Gründen muss ebenfalls auf die Verwendung dieser Daten verzichtet werden, da sie zu keiner sinnvollen Indexierung der Komponenten führen würden.

Eine dritte und auch erfolgsversprechende Möglichkeit, die Preisentwicklung zusätzlich für die Jahre vor 1993 einigermaßen repräsentativ zu erfassen, ist die Auswertung historischer Listenpreise, welche den Herstellern der Komponenten dieser Anlageklassen allenfalls vorliegen könnten. Solche Listenpreise konnten jedoch im Rahmen dieses Projekts auch nach mehrmaligem Anfragen seitens der Projektbearbeiter bei den Herstellern nicht beschafft werden. Bis zum jetzigen Zeitpunkt liegen deshalb für Preisentwicklungen der entsprechenden Komponenten von Jahren vor 1993 einzig diverse Aussagen von (langjährigen) Mitarbeitern solcher Herstellfirmen vor, auf die im vorliegenden Projekt zurückgegriffen werden kann.

Die für Frei- und Kabelleitungen konstruierten IWSB-Indizes verzeichnen alle einen stärkeren Anstieg als der Produzenten- und Importpreisindex (PPI). Die durchschnittliche jährliche Teuerung des PPI zwischen 1963 und 2009 beträgt rund 1.4%, während jene der IWSB-Indizes (für Frei- und Kabelleitungen sowie für die Rohranlagen-Trassees) zwischen 2.0 und 2.9% liegen.

Die mittels der IWSB-Indizes widergegebene durchschnittliche jährliche Teuerung von Unterwerken und Transformatorenstationen beträgt für die Zeitperiode zwischen 1993 und 2009 0.4 sowie 0.5%, während der PPI eine durchschnittliche jährliche Preissteigerung von 0.1% in der entsprechenden Periode impliziert.

Im Anschluss an die Indexkonstruktion wird eine Sensitivitätsanalyse für die gebildeten Preisindizes durchgeführt. In einem ersten Schritt werden die Komponenten durch andere Subindizes abgebildet und überprüft, wie stark sich der Index jeweils verändert. In einem zweiten Schritt wird der Einfluss der Veränderung der Warenkorbgewichtungen über die Zeit beobachtet – im einen Fall werden die Anfangsgewichte aller Komponenten aus den 1960er-Jahren und im anderen Fall die Gewichte aller Komponenten aus den 2000er-Jahren über die gesamte Zeit konstant gehalten. In einem dritten Schritt wird bei den kostenmässig relevanten Komponenten die

Gewichtung jeweils um 20% erhöht und um 20% gesenkt, um die Sensitivität der Gewichtung zu prüfen. Bei den Preisindizes der Unterwerke beträgt diese Änderung der Gewichtung plus 40% sowie minus 40%. Die Indizes erwiesen sich dabei als weitgehend stabil.

## 2 Problemstellung

### 2.1 Ausgangslage

Für die Netzbewertung des Stromübertragungs- sowie Stromverteilnetzes wird ein langfristiger und offiziell ausgewiesener Preisindex benötigt. Zurzeit wird für die Rückindexierung der Produzenten- und Importpreisindex (PPI) herangezogen. Dieser ist jedoch für die entsprechenden Netze nur sehr beschränkt repräsentativ – generell machen die Komponenten, die zur Erstellung von elektrischen Anlagen eingesetzt werden, einen sehr geringen Anteil des PPI aus. Aus diesem Grund ist der PPI für die Ermittlung der Anschaffungs- bzw. Herstellkosten bei bestehenden Anlagen des Übertragungs- und Verteilnetzes nicht sachgerecht.

### 2.2 Projektziel

Es sind dem IWSB-Höspfle-Index<sup>1</sup> ähnliche Indizes für die Rückindexierung des Stromübertragungs- sowie Stromverteilnetzes in der Schweiz zu entwickeln, welche die Preisentwicklung der betroffenen Anlagen bestmöglich abbilden. Dabei sollte die Anzahl der Indizes für die unterschiedlichen Netzebenen bzw. Anlagen eher gering, die Repräsentativität bezüglich den zu indexierenden Komponenten aber möglichst hoch ausfallen. Bei Anlagen mit erzielten Technologiesprüngen ist ausserdem zu prüfen, wie sich die erzielten Produktivitätsschritte in einem Index abbilden lassen.

Konkret sind folgende Fragen zu beantworten:

- Welches sind die Komponenten<sup>2</sup> für die relevanten Anlagegruppen?<sup>3</sup> Welches sind die Gewichte pro Komponente und wie sind diese über die Zeitdauer anzupassen?
- Mit welchen bestehenden Indizes lassen sich diese Komponenten abbilden?
- Wie können erzielte Produktivitätsfortschritte sachgerecht abgebildet werden?
- Welche Anlageklassen lassen sich für einen gemeinsamen Index entsprechend zusammenfassen?

Das vorliegende Projekt abstrahiert von der Eignung, historische Kosten zur Wertermittlung eines bestehenden Netzes heranzuziehen. Aus ökonomischer Sicht gäbe es eine Reihe von Vorbehalten gegenüber einer solchen Vorgehensweise. In Anbetracht der politischen Vorgaben klammert das vorliegende Projekt aber solche grundsätzlichen Fragen aus und geht – gegeben dieser Vorgaben – alleine der Frage nach, wie solche Preisentwicklungen optimal abgebildet werden sollen.

<sup>1</sup> Der Index wurde im Rahmen eines Gutachtens („Rückindexierung bei Höchstspannungsleitungen in der Schweiz“) im Auftrag von swissasset durch das Institut für Wirtschaftsstudien Basel im Oktober 2008 erstellt. Der Name „IWSB-Höspfle-Index“ setzt sich zusammen aus der Abkürzung für „Institut für Wirtschaftsstudien Basel“ (IWSB) sowie jener für „Höchstspannungsleitung“ (Höspfle).

<sup>2</sup> Alternativ kann von Kostentreibern gesprochen werden. Wir sprechen in dieser Studie von Komponenten, da dieser Begriff neutraler ist und explizit mit den zu bildenden Warenkörben in Verbindung steht – wir identifizieren also die Komponenten der Warenkörbe der Anlageklassen.

<sup>3</sup> Im Folgenden „Anlageklassen“ genannt.

Der Aufbau der Studie ist wie folgt. In Kapitel 3 werden kurz die wichtigsten Erkenntnisse aus der Indextheorie wiederholt, welche in der eigentlichen Vorgängerstudie zum Höchstspannungsnetz ausführlicher besprochen werden. Kapitel 4 gibt einen Überblick über die zu indexierenden Anlageklassen und bespricht mögliche Indizes zur bestmöglichen Indexierung dieser Anlageklassen. In Kapitel 5 werden Warenkörbe für die jeweiligen Anlageklassen gebildet. Zudem wird erläutert, mit welchen offiziell ausgewiesenen Indizes die Preisentwicklung der Komponenten dieser Warenkörbe abgebildet wird. Im Anschluss werden die Indizes erstellt und in einer Sensitivitätsanalyse geprüft. Kapitel 6 fasst die wichtigsten Resultate zusammen und zieht entsprechende Schlussfolgerungen.

### 3 Preisindizes in der Praxis

Preisindizes spielen eine wichtige Rolle, um den Wandel der Preise über die Zeit nachzuzeichnen. Es existieren unterschiedliche Konzepte, wie ein Preisindex berechnet werden kann. Im folgenden Abschnitt werden praxisrelevante Indexkonzepte kurz vorgestellt.

#### 3.1 Statistische Preisindizes

Ein statistischer Preisindex gibt die Preisveränderung einer Gruppe von Werten in einer aggregierten Form wieder. Die Bausteine eines jeden Index sind je ein Preis- und ein Mengenvektor für die Basis- und die Vergleichsperiode der Indexberechnung. In der Literatur (z.B. Brachinger et al. 1999) finden folgende Indexkonzepte Anwendung:

##### 3.1.1 Der Laspeyres-Index

Dieser Index berechnet die Preisveränderung eines in der Basisperiode definierten, fixen Warenkorbes. Dabei wird in der Basisperiode ein Warenkorb gebildet, der die tatsächliche Mengennachfrage abbildet. Dieser Mengenvektor wird mit dem Preisvektor in der Vergleichsperiode multipliziert und schliesslich dividiert durch das Produkt des Mengenvektors und des Preisvektors der Basisperiode. Daraus ergibt sich die relative Preisveränderung des gewählten Warenkorbes. Der Laspeyres-Index ist der in der Praxis am weitesten verbreitete Index. Der Grund dafür liegt vor allem bei der einfacheren Datenerhebung, da die Gewichte des Warenkorbes nur zu Beginn bestimmt werden müssen. Aufgrund der zu erwartenden Datenrestriktionen, welche wir bei der Erstellung dieser Studie erwarten, wird dieser Index eine zentrale Stellung einnehmen.

##### 3.1.2 Der Paasche-Index

Dieser Index ist dem Laspeyres-Index sehr ähnlich. Im Unterschied zum Vorigen nimmt er jedoch den Warenkorb aus der Vergleichsperiode als fixen Warenkorb. Er berechnet somit die aggregierte Preisveränderung des Mengenvektors der Vergleichsperiode. Dieser Index wird in der Praxis nur selten berechnet, da die Gewichte der Güter im Warenkorb aus der Vergleichsperiode stammen müssen, wofür die vorhandene Datengrundlage meist nicht ausreicht.

##### 3.1.3 Der Fisher-Index

Gemeinsam ist den beiden oben beschriebenen Konzepten, dass die Gewichte des Warenkorbes jeweils nur in einer Periode erhoben werden. In der Realität ändert sich jedoch die Zusammensetzung des Warenkorbes von Periode zu Periode. Diesem Sachverhalt Rechnung trägt der Fisher-Index. Dieser Index entspricht dem geometrischen Mittel von Laspeyres- und Paasche-Index, wobei er beide Warenkörbe gleichermassen berücksichtigt. Deshalb liegt sein Wert immer zwischen den Werten von Laspeyres- und Paasche-Index. Seine Preisentwicklung liefert demnach ein realistischeres Bild der tatsächlichen Preisentwicklung. Ein Nachteil des Fisher-Index ist jedoch seine aufwendige Berechnung, da neben den Preisvektoren auch beide Mengenvektoren bekannt sein müssen. Für die vorliegende Studie wäre die Berechnung eines Fisher-Index eigentlich die optimale Lösung. Die vorhandenen, historischen Abrechnungen reichen jedoch nicht aus, um für

jede Periode einen eigenen Mengenvektor zu bestimmen. Aufgrund dieser vorliegenden starken Datenrestriktionen muss deshalb von einem Fisher-Index abgesehen werden.

### 3.1.4 Verkettung von Indexreihen

Bei der Verwendung von Indizes mit fixen Warenkörben (Laspeyres oder Paasche) besteht die Gefahr, dass die Preisentwicklung mit der Zeit nicht mehr der Realität entspricht. Der Grund ist, wie erwähnt, dass in der Realität die Gewichte der Komponenten des Warenkorbes ständig ändern. Eine häufige Aktualisierung der Warenkorbgewichtungen ist deshalb ein wichtiger Bestandteil eines guten Preisindex. Die durch die Aktualisierungen der Gewichte entstandenen aufeinander folgenden Indexreihen müssen jedoch miteinander verkettet werden, um eine durchgehende Indexreihe aufzustellen.

Ein solcher Ketten-Index ist dabei kein Index für sich, sondern entspricht mehr einem Index-Konzept. Anstatt nur Basis- und Vergleichsperiode zu berücksichtigen, werden alle erhältlichen Daten laufend in den Index integriert. Ein verketteter Laspeyres-Index strebt damit gegen einen Fisher-Index, welcher sehr gute Eigenschaften besitzt.<sup>4</sup> Die Datenanforderungen für einen verketteten Laspeyres-Index sind dabei aber wesentlich geringer als bei einem Fisher-Index.

## 3.2 Bewertungskriterien und mögliche Verzerrungen von Indizes

Indizes können auf verschiedene Arten bewertet werden. Einerseits besitzt ein Index „axiomatische Eigenschaften“, andererseits kann ein Index aus ökonomischer Sicht sowie bezüglich seiner Praktikabilität und seinen Verzerrungen beurteilt werden. An dieser Stelle soll nur zusammenfassend gesagt sein, dass der Fisher-Index in diesen Bereichen sehr gute Eigenschaften besitzt. Ein verketteter Laspeyres-Index, der gegen diesen Fisher-Index strebt, ist damit für die vorliegende Studie die beste praktikable Lösung. Im Folgenden wird auf Probleme eingegangen, welche bei allen Preisindizes auftreten und zu Verzerrungen führen können. In dieser Studie sollen diese so gut wie möglich verhindert werden.

### 3.2.1 Substitutionsverzerrung

Um einen Gesamtindex aufzustellen, müssen in der Regel einzelne Indexpositionen aggregiert werden – so auch in der vorliegenden Studie. Dabei werden diesen einzelnen Positionen bei einem fixen Warenkorb Gewichte verliehen. Bei unterschiedlichen Preisänderungen dieser Positionen kommt es in der Regel zu Substitutionen hin zu günstigeren Komponenten. Steigt beispielsweise der Kupferpreis sehr stark an, werden die Elektrizitätswerke beim Bau von Leitungen vermehrt auf Aluminiumleiter zurückgreifen. Wenn diese Änderung bei der Indexkonstruktion nicht mittels einer Anpassung des Warenkorbes berücksichtigt wird, kommt es zu einer falschen Einschätzung des ausgewiesenen Preises, oder zu einer *oberen Substitutionsverzerrung*. In der vorliegenden Studie wird versucht, diese klein zu halten, indem der Warenkorb so oft wie möglich angepasst wird.

Die *untere Substitutionsverzerrung* tritt eine Stufe tiefer auf, nämlich bei den Indexpositionen selber, deren Preisentwicklung mit sogenannten Elementarindizes<sup>5</sup> hergeleitet wird. Bei der Erstellung von Elementarindizes findet keine Gewichtung der Preise statt. Aus diesem Grund können unterschiedliche Anteile von Produkten des effektiven Warenkorbs im Index nur beschränkt berücksichtigt werden. Diese Verzerrung kann in der vorliegenden Studie nicht vermieden werden, da mit offiziell ausgewiesenen Indexpositionen gearbeitet wird, welche teilweise eine solche Verzerrung aufweisen. Es gilt jedoch anzumerken, dass diese Verzerrung auch beim PPI und anderen Indizes auftritt.

<sup>4</sup> Die Eigenschaften des Fisher-Index sind bereits in der Vorgängerstudie (IWSB 2008) erläutert worden.

<sup>5</sup> Elementarindizes sind Indizes, welche aus dem ungewichteten Mittelwert verschiedener Preise einer Güterkategorie gebildet werden.

### 3.2.2 Qualitätssteigerungen

Neben Substitutionsverzerrungen führen reale Qualitätsveränderungen zu Verzerrungen zwischen Index und effektiven Preisentwicklungen. Bei Qualitätsverbesserungen der indexierten Produkte steigen deren Preise meistens auch. Werden im Index lediglich die Preisanstiege ohne die entsprechenden Qualitätssteigerungen berücksichtigt, überschätzt der Index den effektiven Preisanstieg. Für die vorliegende Studie ist dies beispielsweise bei der Sekundärtechnik von Bedeutung. Diese kann heute mehr Funktionen erfüllen als früher, was in einem guten Index auch berücksichtigt werden muss.

### 3.2.3 Repräsentativität bzw. Vereinbarkeit mit dem Indexziel

Eine hohe Repräsentativität des Index hinsichtlich der zu indexierenden Komponenten ist das wichtigste Ziel dieser Studie. Grundsätzlich sollte je nach Fragestellung und Ziel der Indexierung ein entsprechend geeigneter Index verwendet werden. Während beispielsweise der PPI die Messung der Preisentwicklung der gesamten Inlandproduktion und aller importierten Produkte als Ziel hat, steht in der vorliegenden Studie die Messung der Preisentwicklung von Anlageklassen des schweizerischen elektrischen Netzes im Zentrum.<sup>6</sup> Damit sollen die ursprünglichen Anschaffungskosten des schweizerischen Stromnetzes aus dem heutigen Wiederbeschaffungsneuwert berechnet werden. Um dies umzusetzen, müssen adäquate Indizes verwendet werden, welche die Preisentwicklungen der physischen Produkte, mit all ihren spezifischen Eigenheiten in Bezug auf die Zusammensetzung der Komponenten oder auf Produktivitätsveränderungen, wiedergeben können. Der bzw. die zu erstellenden Preisindizes müssen also diejenigen Komponenten indexieren, welche für die vorliegende Fragestellung tatsächlich relevant sind – der Index muss *repräsentativ* oder *sachgerecht* sein. Andernfalls ist die Gefahr gross, dass die berechnete Preisentwicklung nichts mit der tatsächlichen gemein hat. Auf diese Problematik wird im folgenden Kapitel genauer eingegangen. Zunächst werden jedoch die zu indexierenden Anlageklassen erläutert.

## 4 Offizielle Indizes und das elektrische Netz

### 4.1 Anlageklassen des elektrischen Netzes

Der Schweizerische Strommarkt wurde 2009 partiell geöffnet und soll in einem zweiten Schritt vollständig geöffnet werden. Dazu wurde von der Branche ein Netznutzungsmodell entwickelt, das sowohl die Nutzung der Netze sicherstellen, als auch die Eigentümer für die Nutzung entschädigen soll. Das schweizerische Stromnetz setzt sich dabei aus dem Übertragungs- und dem Verteilnetz zusammen. Das Netz wird für eine transparente Zuweisung der Netzkosten in vier Spannungsebenen und drei Transformationsebenen und damit in sieben Netzebenen aufgeteilt (VSE 2009a).

Gemeinsam mit den Auftraggebern der Studie, sowie in Absprache mit Branchenvertretern und Vertretern der Elektrizitätswerke wurde besprochen, für welche Anlageklassen jeweils ein eigener Index entwickelt werden soll. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in der Studie indexierten Anlageklassen. In der zweiten Spalte ist die ungefähre Abschreibungsdauer der jeweiligen Anlageklasse angegeben.

<sup>6</sup> Die Studie zur Rückindexierung von Höchstspannungsleitungen (IWSB 2008) ergab, dass die Komponenten von Höchstspannungsleitungen höchstens 8% des PPI ausmachen.

Anlageklassen	Abschreibungsdauer
Trassee Rohranlage MS und NS	55 - 60
Kabelleitung HS NE3	35 - 40
Kabelleitung MS NE5	35 - 40
Kabelleitung NS NE7	35 - 40
Freileitung HS NE3	55 - 60
Freileitung MS NE5	35 - 40
Freileitung NS NE7	20 - 25
Unterwerke NE 2	
Gebäude	45 - 50
Schaltanlagen 380/220 kV	30 - 35
Transformation 380/220 → 110/50 kV	30 - 35
Schaltanlagen 110/50 kV	30 - 35
Sekundärtechnik UW NE 2	10 - 15
Unterwerke NE 4	
Gebäude	45 - 50
Schaltanlagen 110/50 kV	30 - 35
Transformation 110/50kV → MS (~16 kV)	30 - 35
Schaltanlagen MS	30 - 35
Sekundärtechnik UW NE 4	10 - 15
Transformatorstation NE 6	30 - 35

Tabella 1: Die indexierten Anlageklassen

Das Schweizerische Verteilnetz wird unterteilt in das überregionale Verteilnetz (Netzebene 3; „Hochspannung“; 36 bis 220 kV), das regionale Verteilnetz (Netzebene 5; „Mittelspannung“; 1 bis 36 kV) und das lokale Verteilnetz (Netzebene 7; „Niederspannung“; bis 1 kV). Diese Leitungen werden je nach örtlichen Gegebenheiten entweder als Kabelleitungen oder als Freileitungen verlegt. Die wichtigsten Komponenten der Kosten von Freileitungen sind die Masten, das Freileitungsseil und die Fundamente, sowie Montage und Projektierungskosten.

Kabelleitungen werden unterirdisch verlegt, wobei diese in den Rohrblock eingeführt werden. Damit sind die wichtigsten Komponenten das verlegte Kabel und der Rohrblock, sowie Montage-, Tiefbau- und Projektierungsarbeiten. Da die Kostenentwicklung zwischen Kabelleitungen und Freileitungen sowie auch zwischen den verschiedenen Netzebenen potenziell sehr unterschiedlich sein kann, werden sechs eigenständige Leitungs-Indizes entwickelt, je ein Index für jede Netzebene bei Frei- und Kabelleitungen. Zudem wird ein Index für den Trasseebau von Kabelleitungen erstellt. Alle Komponenten der Frei- und Kabelleitungen sind im Anhang A.1.1 und A.1.2 aufgeführt.

Die Unterwerke erfüllen mit der Transformierung des Stroms zwischen verschiedenen Spannungsebenen im Schweizer Stromnetz wichtige Aufgaben. Ein Unterwerk, das zwischen Höchstspannung und Hochspannung transformiert, gehört laut dem Netzebenenmodell des VSE / AES zur Netzebene 2. Ein Unterwerk, welches zwischen Hochspannung und Mittelspannung transformiert, gehört zur Netzebene 4.<sup>7</sup> In einem Unterwerk sind normalerweise auch ober- und unterspannseitige Komponenten enthalten, die den Spannungsebenen zugerechnet werden. Dieser Übergang ist fließend und kann nicht immer strikt getrennt werden. Im Netznutzungsmodell für das Schweizerische Verteilnetz wird die genaue Abgrenzung zwischen den verschiedenen Netzebenen ausführlich erläutert (VSE 2009b). Es existieren auch einzelne Unterwerke, in welchen die Transformierung zwischen allen drei Spannungsebenen (Höchst-, Hoch- und Mittelspannung) stattfindet. Zusätzlich bestehen Unterwerke, in welchen Strom nur innerhalb der Höchstspannungsebene transformiert wird.

Bei Unterwerken kann zwischen Primär- und Sekundärtechnik unterschieden werden. Zur Primärtechnik gehören die ober- und unterspannseitige Schaltanlage sowie die Transformation. Unter

<sup>7</sup> Wir sprechen bei Unterwerken sowie Transformatorstationen von den Netzebenen 2, 4 und 6. Laut Netzebenenmodell gehören gewisse Teile der Unterwerke auch zu den Netzebenen 1 und 3 bzw. 3 und 5. Der Einfachheit halber werden die Unterwerke in dieser Studie der Netzebene 2 und 4 zugeordnet und die Transformatorstationen der Netzebene 6.

den Begriff Sekundärtechnik fallen Einrichtungen, welche nicht direkt an der Primärtransformierung beteiligt sind. Teile der Sekundärtechnik sind die Steuerung, der Netzschutz, die Zählung und Messung sowie der Eigenbedarf. Zudem ist ein Gebäude Bestandteil der meisten Unterwerke.

In vorliegender Studie wird der Begriff „Hauptkomponenten“ für das Gebäude, die Schaltanlage, die Transformation und die Sekundärtechnik von Unterwerken verwendet. Diese Hauptkomponenten bestehen wiederum aus weiteren Komponenten. Beispielsweise besteht die Hauptkomponente Transformation aus den Komponenten Transformator, Montage und Tiefbau. Alle Komponenten und Hauptkomponenten der Unterwerke sind im Anhang A.1.3 ausgewiesen. Da die Unterwerke je nach Netzebene potenziell andere Kostenstrukturen aufweisen, wird je ein Unterwerk-Index für die Netzebene 2 und für die Netzebene 4 entwickelt.

Die Umspannung zwischen den Netzebenen 5 und 7 wird mittels Transformatorstationen durchgeführt. Diese bestehen hauptsächlich aus den Komponenten Gebäude, Elektrotechnik (vor allem Schalttechnik), dem Transformator, sowie Montage- und Projektierungskosten.<sup>8</sup> Die entsprechenden Komponentenanteile sind ebenfalls im Anhang (A.1.4) zu finden.

Die Preisentwicklung der Anlageklassen soll möglichst mit offiziell ausgewiesenen Indizes abgebildet werden. In den folgenden zwei Unterkapiteln werden deshalb potenzielle Indizes besprochen und auf ihre Eignung für die zugrundeliegende Fragestellung geprüft. Dabei steht – wie schon erwähnt – das Ziel der sachgerechten Indexierung im Vordergrund. Als erstes befassen wir uns mit der Möglichkeit der direkten Indexierung der einzelnen Anlageklassen durch einen einzigen Index.

## *4.2 Eignung der bestehenden Indizes zur direkten Indexierung der Anlageklassen*

### *4.2.1 Produzenten- und Importpreisindex*

Eine Möglichkeit, die Preisentwicklung der Anlageklassen annähernd abzubilden besteht darin, die generelle Preisentwicklung einer Volkswirtschaft zu verwenden. Die Preise der in der Volkswirtschaft produzierten sowie importierten Produkte werden in der Schweiz seit 1993 im Rahmen des Produzenten- und Importpreisindex (PPI) des BFS publiziert (BFS 2010). Dieser besteht aus unterschiedlich gewichteten Subindizes von verschiedenen Produktgruppen. Vor 1993 wird diese Preisentwicklung durch den Grosshandelspreisindex (GPI) wiedergegeben.

Auch der GPI wurde in der Vorgängerstudie (IWSB 2008) ausführlich diskutiert. Wichtig dabei ist zu beachten, dass der Index mit einer sehr ähnlichen Methodik wie der PPI aufgebaut ist. Durch den Umstand, dass zwischen 1963 und 1993 der Warenkorb dieses Index gleich geblieben ist, ergaben sich durch die längst überfällige Erneuerung im Jahre 1993 Brüche in den Indexreihen.

Wie in im Gutachten 2008 ausführlich beschrieben besteht das Hauptproblem des PPI (sowie des GPI) in seiner mangelnden Repräsentativität bezüglich den zu indexierenden Anlageklassen. Einzelne Komponenten der Anlageklassen des elektrischen Netzes (wie z.B. die Seile von Freileitungen) sind nur zu einem extrem kleinen Teil oder sogar gar nicht im PPI enthalten. Der PPI gibt also im Prinzip eine Preisentwicklung wieder, welche nichts mit dem elektrischen Netz zu tun hat. Um die Preisentwicklungen adäquat wiederzugeben, ist es – wie erwähnt – von zentraler Bedeutung, dass der verwendete Index bezüglich den zu indexierenden Anlageklassen repräsentativ ist. Damit ist klar, dass der PPI für die Abbildung der Preisentwicklung der Anlageklassen nicht geeignet ist.

### *4.2.2 IWSB-Hösple-Index*

Der Höchstspannungsleitungsindex (IWSB-Hösple-Index) ist ein Mischindex, der aus offiziell ausgewiesenen spezifischen (Sub-)Indizes wie Materialindizes des GPI bzw. PPI sowie dem Lohnin-

<sup>8</sup> Bei den Transformatorstationen wird im Unterschied zu den Unterwerken keine zusätzliche Unterteilung in Hauptkomponenten und Komponenten gemacht. Der Grund dafür ist, dass in Transformatorstationen die Komponenten auf engem Raum verbaut sind und Kosten beispielsweise der Montage oder des Tiefbaus nicht einzelnen Positionen wie dem Transformator zugeordnet werden können.

dex konstruiert wurde, um die Komponenten von Höchstspannungsleitungen repräsentativ indexieren zu können.

Der IWSB-Hörsple-Index ist von 1965 bis 2002 verfügbar. Der zugrunde liegende Warenkorb wurde während dieser Zeit zweimal (1973 und 1981) an die veränderten Kostenstrukturen angepasst. Die Neugewichtung des Warenkorbs beruht auf den durch repräsentative Kostenabrechnungen der Branche ermittelten Kostenanteilen der einzelnen Komponenten. Damit wurde jeweils der am besten geeignete Subindex für die Bewertung der einzelnen Komponenten verwendet, was eine erhebliche Verbesserung gegenüber des PPI bezüglich Repräsentativität bringt.

Für die Indexierung der Höchstspannungsleitungen in der Schweiz ist der IWSB-Hörsple-Index aufgrund seiner Repräsentativität und Robustheit gut geeignet. Das gesamte schweizerische Stromnetz setzt sich jedoch aus sehr heterogenen Anlageklassen wie Unterwerken, Kabelleitungen oder Freileitungen zusammen. Kabelleitungen, vor allem aber Unterwerke und Transformatorstationen, bestehen im Unterschied zu Höchstspannungsleitungen wiederum aus anderen Komponenten. Selbst bei Freileitungen dürfte der IWSB-Hörsple-Index nicht repräsentativ genug sein – auf unteren Spannungsebenen werden beim Bau beispielsweise weniger Stahl-, dafür mehr Holz- und Betonmasten verwendet. Auch bei den Anteilen an Arbeitskosten sowie bei Fundamenten dürften grössere Unterschiede zwischen den Netzebenen bestehen.

Aus diesen Gründen ist klar, dass auch der IWSB-Hörsple-Index nicht für die Indexierung der oben genannten Anlageklassen herangezogen werden kann.

#### *4.2.3 Weitere Indizes und Zusammenfassung*

Der Landesindex der Konsumentenpreise (LIK, oder auch Konsumentenpreisindex genannt) wird ab 1915 berechnet und ebenfalls vom BFS (2010b) publiziert. Dieser Index erfasst, wie auch der Produzenten- und Importpreisindex, nicht die für die vorliegende Fragestellung relevanten Produktgruppen. Im Zweifelsfalle wäre der PPI aufgrund seiner Produktionsbezogenheit dem Landesindex der Konsumentenpreise sogar vorzuziehen.

Des weiteren existiert ein Preisindex der Zollverwaltung (Eidg. Zollverwaltung 2010), welcher alle importierten Waren erfasst. Dieser Index ist sehr ähnlich einzuschätzen wie der Importpreisindex, welcher Bestandteil des PPI ist. Auch für den Index der Zollverwaltung gelten die bereits beim PPI genannten Mängel, insbesondere bezüglich Repräsentativität.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass kein Index besteht, der für die Indexierung aller oder einzelner Anlageklassen des schweizerischen elektrischen Netzes übernommen werden kann. Es müssen im Folgenden also individuelle Indizes erstellt werden, die den unterschiedlichen Bestandteilen der Anlageklassen des Schweizer Stromnetzes Rechnung tragen. Eine Möglichkeit dies zu erreichen besteht darin, einzelne Komponenten einer Anlageklasse mit dafür repräsentativen Indizes zu indexieren, und im Anschluss die Komponenten zu einem Warenkorb zusammenzufassen. Beispielsweise besteht die Anlageklasse „Freileitungen auf Hochspannungsebene“ unter anderem aus den Komponenten „Freileitungsseil“ und „Montage des Freileitungsseils“. Die Montage lässt sich beispielsweise mit einem Lohnindex indexieren und das Freileitungsseil mit einem Materialpreisindex wie beispielsweise „Aluminiumhalbzeug“. Mit dieser Vorgehensweise wird die Repräsentativität im Vergleich zum PPI sehr stark erhöht. Im folgenden Unterkapitel werden solche Indizes, die zur Indexierung von Komponenten des elektrischen Netzes in Frage kommen, besprochen.

### *4.3 Subindizes zur Indexierung von Komponenten der Anlageklassen*

In einem ersten Teil werden diejenigen Indizes vorgestellt, welche tatsächlich in der Studie Verwendung gefunden haben, sei es zur Indexierung von Komponenten der finalen IWSB-Indizes oder für die Sensitivitätsanalyse. Im zweiten Teil werden andere potenzielle Indizes genannt, die jedoch nach gründlicher Prüfung verworfen werden mussten.

#### 4.3.1 Geeignete Indizes

In allen folgenden Abbildungen wird, neben den entsprechenden Indizes, auch die Entwicklung des PPI dargestellt. Auf diese Weise sollen die teilweise stark abweichenden Preisentwicklungen zum PPI illustriert werden.

Wie bereits erwähnt beinhaltet die Erstellung des elektrischen Netzes einen relativ grossen Anteil an Arbeitskosten. Darunter fallen vor allem Montage- und Projektierungskosten. Das BFS stellt seit 1939 einen gesamtschweizerischen Lohnindex zur Verfügung (BFS 2010c), dessen Entwicklung in Abbildung 1 wiedergegeben ist. Seit dem Jahre 1993 werden ausserdem Subindizes nach Branche publiziert.

Für die vorliegende Studie sind vor allem die Löhne in der Baubranche („Lohn Bau“), sowie die Lohnentwicklung für die „Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten“ („Lohn Elektro“), relevant. Ebenfalls von Interesse für den Bereich der Schaltanlagen oder der Transformation ist die Lohnentwicklung für die „Erzeugung und Bearbeitung von Metall und Metallerezeugnissen“ („Lohn Metall“). Als Alternative kann auch die Lohnentwicklung für den „Maschinen- und Fahrzeugbau“ („Lohn Maschinen“) verwendet werden. Wie in untenstehender Abbildung ersichtlich ist, unterscheiden sich diese verschiedenen Subindizes jedoch weder wesentlich voneinander, noch von der Entwicklung der Löhne in der Gesamtwirtschaft. Die Löhne entwickeln sich jedoch weitaus stärker als der PPI.

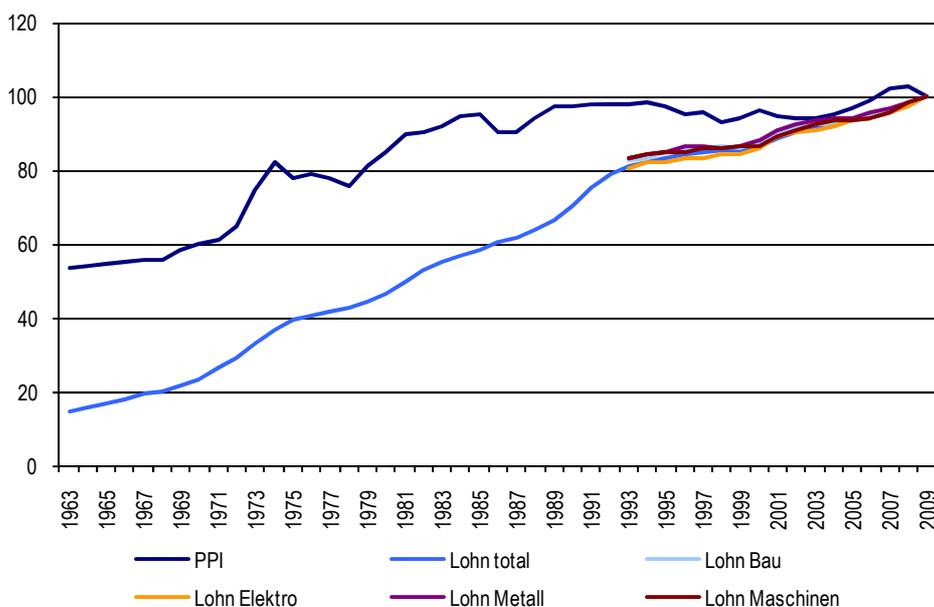


Abbildung 1: Entwicklung des Lohns (2009=100)

Eine weitere nützliche Preisentwicklung für die vorliegende Studie ist diejenige der Baukosten. Einerseits können damit Gebäude von Unterwerken oder Transformatorstationen indexiert werden, andererseits aber auch Tiefbauarbeiten wie beispielsweise Fundamente oder Kabeltrassen. Ein schweizweiter Baupreisindex, der vom BFS (2010d) publiziert wird, existiert erst ab 1998. Ab diesem Jahr existiert ebenfalls die Aufteilung zwischen Tief- und Hochbau für die Schweiz. Die entsprechenden Preisentwicklungen sind in Abbildung 2 wiedergegeben. Für die Jahre vor 1998 ist der Zürcher Baukostenindex (für Wohnungsbauten) sowie der Berner Baukostenindex erhältlich. Der Zürcher Baukostenindex ist zudem in Rohbau- und Innenausbau aufgeteilt. Er wird vom Statistischen Amt des Kantons Zürich (SAKZ) publiziert (SAKZ 2010). Der Berner Baukostenindex indexiert Wohnbauten und wird von den Statistikdiensten der Stadt Bern (SDSB) zur Verfügung gestellt (SDSB 2010).

Folgende Punkte sind damit für uns relevant: Es ist ersichtlich, dass die Indizes, ob schweizweit, aus Zürich oder aus Bern, ob Rohbau-, Tiefbau- oder Totalindex, einen sehr ähnlichen Verlauf aufweisen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich die Baukosten in der Schweiz unabhängig von der Region sehr ähnlich entwickeln. Daher kann erstens argumentiert werden, dass der Zürcher Baukostenindex ein gutes Bild über die Baukostenpreisentwicklung der gesamten Schweiz vor 1998 abgibt. Zweitens sind die Entwicklungen im Hoch- und Tiefbau, sowie im Roh- und Innenausbau ebenfalls sehr ähnlich – der Zürcher Baupreisindex kann also auch als Annäherung von Tiefbaupreisen vor 1998 verwendet werden. Wiederum ist eine stärkere Teuerung im Vergleich zum PPI ersichtlich.

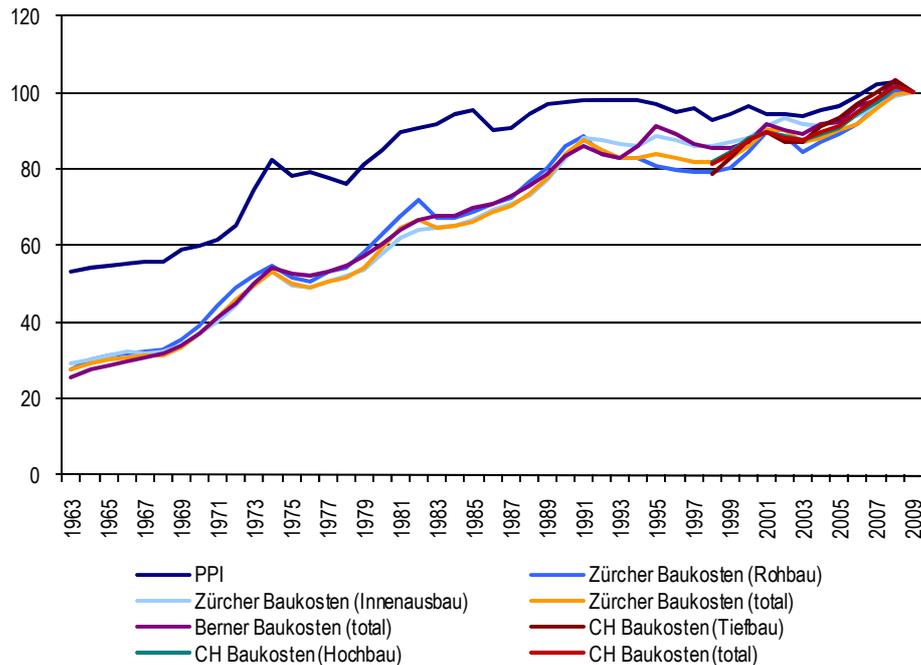


Abbildung 2: Entwicklung der Baukosten (2009=100)

Oben wurde argumentiert, dass der PPI nicht geeignet ist, um einzelne Komponenten des elektrischen Netzes direkt zu indexieren. Durchaus nützlich hingegen sind die ebenfalls offiziell ausgewiesenen Subindizes (oder Indexpositionen) des PPI ab dem Jahre 1993, sowie deren Vorgänger, die Subindizes des GPI. Dabei handelt es sich vor allem um Indizes, welche die Entwicklung von Materialpreisen abbilden. Beispiele dafür sind die Preisentwicklungen von Zement und Beton, welche beispielsweise für die Indexierung von Fundamenten und Betonmasten bei Freileitungen oder des Rohblocks bei Kabelleitungen verwendet werden können. Diese beiden Indizes sind in Abbildung 3 dargestellt. Auch hier beobachten wir eine stärkere Preiserhöhung über die Zeit im Vergleich zum PPI bzw. GPI.

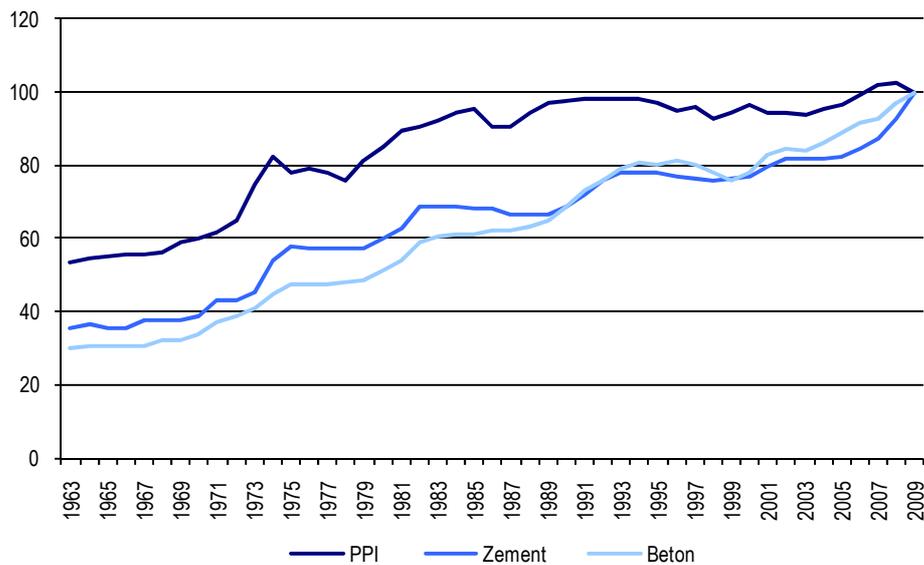


Abbildung 3: Preise Zement und Beton (2009=100)

Weitere zentrale und offiziell ausgewiesene Subindizes betreffen die Preise von verschiedenen Metallen. Dazu gehören die Preise von Eisen und Stahl, welche in Abbildung 4 dargestellt werden. Die Preisentwicklung von Armierungsstahl kann bei der Indexierung von Fundamenten ebenfalls von Nutzen sein. Eisen- und Stahlindizes wiederum können bei der Abbildung der Preisentwicklung von Armaturen oder Stahlmasten bei Freileitungen, sowie bei Verbindungsmuffen für Kabelleitungen hilfreich sein. Während die Preise von Stahl und Stahlguss sehr ähnlich – und jeweils unterhalb des PPI – verlaufen, ist beim Betonstahl eine ganz andere Preisentwicklung erkennbar. Da die Verarbeitung von Stahl bei den Masten von Freileitungen eine bedeutende Stellung einnimmt, wird schon hier klar, dass die starke Fluktuation des Stahlpreises ab dem Jahre 2003 sich wohl auf die Preisentwicklung des entsprechend zu konstruierenden Index auswirken wird.

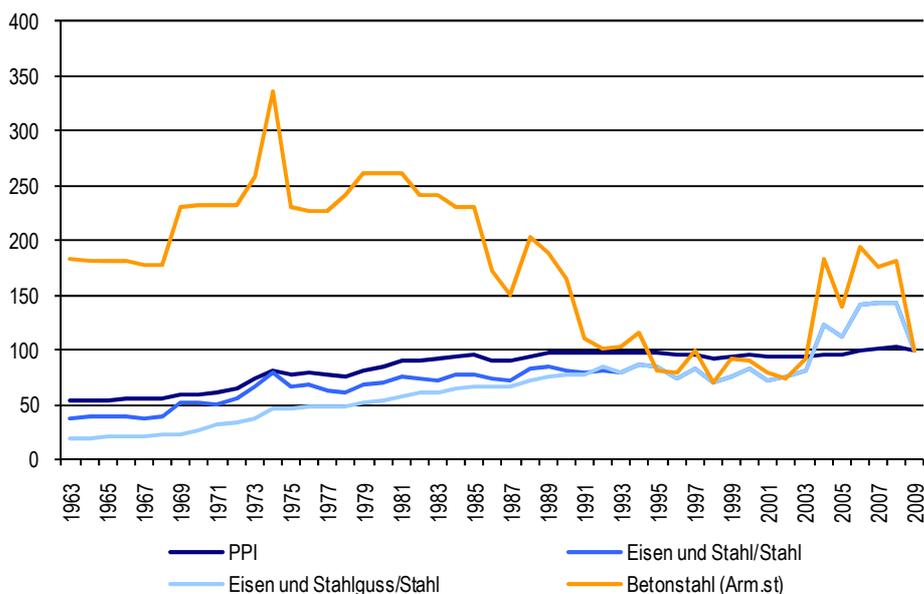


Abbildung 4: Preise Eisen und Stahl

Abbildung 5 zeigt die Preise von Aluminium und Kupfer sowie deren Halbzeuge. Es ist ersichtlich, dass die Preise sehr stark über die Zeit schwanken. Insbesondere beim Kupfer ist zwischen 2003

und 2005 ein sehr starker Anstieg zu beobachten. Die Preisindizes der Halbzeuge sind für die vorliegende Studie von zentraler Bedeutung, da die Seile von Freileitungen und die Kabel von Kabelleitungen vorwiegend aus Aluminium- oder Kupferhalbzeug bestehen.

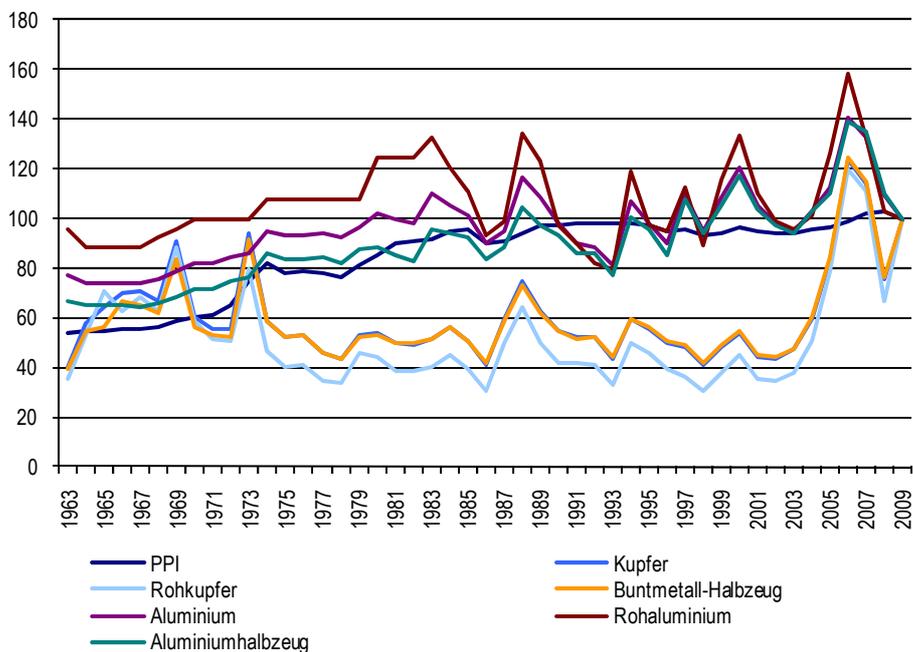


Abbildung 5: Preise Aluminium und Kupfer (2009=100)

Abbildung 6 zeigt die Preisentwicklungen von Armaturen und Holzbauprodukten. Erstere können für die Indexierung von Armaturen an Stahlmasten verwendet werden und Letztere kommen vor allem für die Indexierung von Holzmasten bei Freileitungen in Frage.

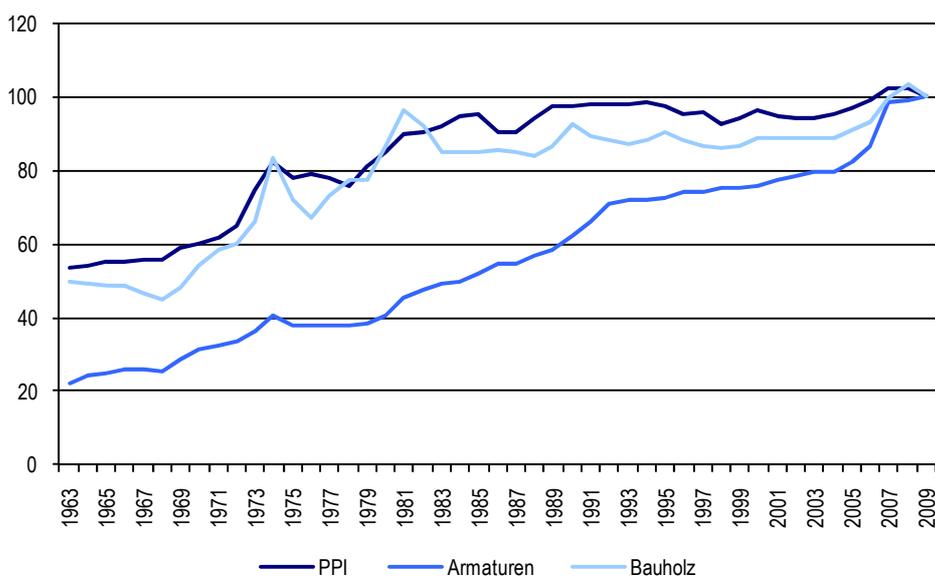


Abbildung 6: Preise Armaturen und Bauholz (2009=100)

Bei der Umstellung des GPI auf den PPI fand eine Anpassung einiger Indexpositionen auf die heutigen Gegebenheiten statt. Neue Indexpositionen wurden ergänzt, bestehende Positionen wurden teilweise neu unterteilt und andere wurden nicht fortgeführt. Deshalb stimmen die ausge-

wiesenen Indexpositionen des PPI und des GPI nicht immer überein. Für die vorliegende Studie ist vor allem eine, erst seit 1993 ausgewiesene Indexposition von Bedeutung – die Preisentwicklung von „Elektrischen Maschinen und Apparaten“ sowie deren Untergruppierungen „Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren“, „Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen“ sowie „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“. Diese Indizes eignen sich offensichtlich gut, um gewisse Komponenten des elektrischen Netzes (wie beispielsweise Transformatoren, Schaltanlagen, Seile von Freileitungen und Kabel von Kabelleitungen) zu indexieren.

Bezüglich der „Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren“ sowie der „Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen“ beobachtet man im Vergleich zum PPI eine etwas schwächere Preisentwicklung, während die Preisentwicklung der Indexposition „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ – beeinflusst durch die stark fluktuierenden Metallpreise – anders verläuft. Vor allem ab dem Jahre 2003 schlägt bei dieser Indexposition der hohe Kupferpreis durch, wenn auch weit weniger stark als bei den reinen Materialindizes.

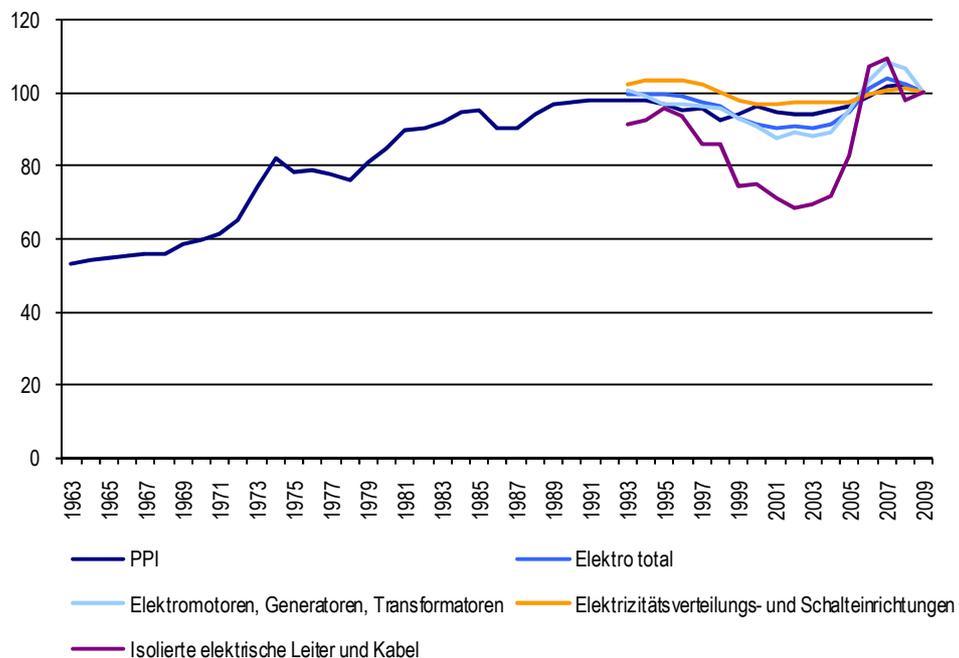


Abbildung 7: Preise Elektrische Einrichtungen (2009=100)

Im Vergleich zum PPI ist generell ersichtlich, dass die vorgestellten Indizes (insbesondere für wichtige Komponenten wie den Lohn) teilweise sehr unterschiedliche Verläufe verzeichnen. Preis-erhöhungen sind oft stärker als beim PPI. Zudem schlagen grosse Preisfluktuationen einzelner Indizes auf Grund der Breite des PPI nicht so stark auf dessen Entwicklung durch.

Die vorgestellten (Sub-)Indizes eignen sich grundsätzlich für die Indexierung der Komponenten der Anlageklassen des Schweizer Stromnetzes. Zu klären bleibt, ob Produktivitätsveränderungen dadurch auch ausreichend berücksichtigt sind.

#### 4.3.2 Produktivitätsveränderungen und Lösungsansätze mit bestehenden Indizes

Den Produktivitätsfortschritten bei Erstellung von Frei- und Kabelleitungen – welche grundsätzlich als gering einzustufen sind – kann mittels einer kontinuierlichen Anpassung der Index-Warenkörbe ausreichend Rechnung getragen werden. Wird beispielsweise aufgrund einer verbesserten Technologie bei der Montage von Freileitungen effizienter gearbeitet, so führt dies dazu, dass die Montagekosten im Vergleich zu den anderen Komponenten an Gewicht verlieren. Durch die Anpas-

sung des Index-Warenkorbs wird diesem Umstand Rechnung getragen. Daher kann man die Material-, Lohn-, und Baukostenindizes für die Indexierung der Komponenten von den Anlageklassen der Frei- und Kabelleitungen verwenden und entsprechend analog zur Bildung des IWSB-Höspfle-Index vorgehen.

Anders sieht es bei den Anlageklassen Unterwerke und Transformatorenstationen aus. Unterwerke setzen sich aus Gebäude, Sekundärtechnik, Transformation und Schaltanlagen zusammen und auch Transformatorenstationen beinhalten einen Transformator sowie diverse Schaltmechanismen. Diese Hauptkomponenten bestehen aus Komponenten, deren Produktion in den letzten Jahrzehnten starke Produktivitätsfortschritte erfahren haben. Sind die Produzentenpreise solcher Komponenten, also beispielsweise von Transformatoren oder Schaltfedern, bekannt, stellt dies kein Problem dar. Produktivitätsfortschritte führen ja gerade dazu, dass die Produzentenpreise sinken – sie sind also in den Produzentenpreisen enthalten.

Wie im obigen Teil erläutert existieren für die Sekundärtechnik, die Transformation, sowie die Schaltanlagen seit 1993 adäquate Subindizes der Indexexposition „Elektrische Einrichtungen“. Ab 1993 können also allfällige Produktivitätsfortschritte in diesen Bereichen berücksichtigt werden.

Vor 1993 stellt sich jedoch das Problem, dass für diese Komponenten keine offiziell ausgewiesenen Indexpositionen vorhanden sind, welche zur *direkten* Indexierung geeignet wären. Die Sekundärtechnik, Transformation und die Schaltanlagen bestehen zwar ebenfalls grösstenteils aus Materialien, für welche offiziell ausgewiesene Indizes existieren und u.a. durch den Einsatz von Arbeit hergestellt werden. Damit bestünde eine Möglichkeit darin, diese Komponenten *indirekt* mit diesen (Sub-)Indizes zu indexieren. Für die Herstellung dieser Komponenten ist aber vor allem die verfügbare Produktionstechnologie entscheidend. Durch den Einsatz effizienterer Produktionsmethoden kann oft sehr viel Material eingespart oder die Lohnkosten können durch Automatisierung drastisch reduziert werden. Wird nur auf die Entwicklung der Materialpreise und Löhne abgestellt, so kann damit die Preisentwicklung sehr falsch eingesetzt werden. Veränderungen bei der Produktivität müssen deshalb bei den Anlageklassen Unterwerke und Transformatorenstationen zwingend mitberücksichtigt werden, wenn keine Produzentenpreise der Komponenten vorhanden sind.

Eine Möglichkeit dies zu erreichen besteht darin, die Produktivitätsentwicklung mit einem offiziell ausgewiesenen Index abzubilden und damit die Material- und Lohnindizes zu korrigieren. Produktivitätsdaten für die Schweiz sind jedoch nur beschränkt erhältlich. Die hierzu einzigen offiziell ausgewiesenen Daten stammen von der OECD (2010) und umfassen die Totale Faktorproduktivität ab 1990 für die ganze Volkswirtschaft sowie die Arbeitsproduktivität ab 1970, ebenfalls für die gesamte Volkswirtschaft. Sektorspezifische Daten liegen nicht vor. Die ausgewiesene Produktivitätsentwicklung ist mit einem Durchschnitt von etwas über 1% pro Jahr sehr moderat und entspricht in keiner Weise derjenigen von Unterwerks-Hauptkomponenten wie Schaltanlagen, Transformation oder Sekundärtechnik. Gemäss Branchenexperten (siehe Kapitel 5.6) waren in diesen Bereichen Produktivitätssteigerungen zu verzeichnen, welche diese für die Gesamtwirtschaft ausgewiesenen Werte um ein Vielfaches übersteigen. Deswegen müssen wir von der Verwendung dieser Indizes absehen.

Eine zweite Möglichkeit ist, Verkaufspreise dieser fertigen Komponenten aus offiziellen Statistiken zu berücksichtigen. Da Transformatoren oder Geräte der Sekundärtechnik importiert werden, könnte die Comtrade-Datenbank der UNO (Comtrade 2010), welche Daten zu Importen solcher Komponenten zur Verfügung stellt, verwendet werden. Für die Schweiz sind solche Daten ab 1976 erhältlich. Wiederum stellen sich jedoch verschiedene Probleme. Zum einen kann für diese Komponenten nur ein „Kilogrammpreis“ aus diesen Daten berechnet werden und zum anderen wurden gemäss Experten bis Ende der 1980er-Jahre praktisch keine der wichtigen Komponenten von Unterwerken importiert. Weiter weisen diese „Preise“ eine stark steigende Tendenz seit den 70er Jahren auf, was sich ebenfalls in keiner Weise mit den Expertenmeinungen deckt – Aussagen von Herstellern von Sekundärtechnik, Schaltanlagen und Transformatoren weisen auf teilweise starke Preisreduktionen aufgrund von Produktivitätsfortschritten hin. Aus diesen Gründen muss

ebenfalls auf die Verwendung dieser Daten verzichtet werden, da sie zu keiner sinnvollen Indexierung dieser Komponenten führen würden.

Die Verwendung von offiziell ausgewiesenen Indizes für die Anlageklassen Unterwerke und Transformatorstationen vor dem Jahre 1993 ist zur Zeit aus unserer Sicht nicht möglich. Die einzige erfolgversprechende Möglichkeit scheint eine Auswertung historischer Listenpreise zu sein, welche unter Umständen von Herstellern solcher Komponenten geliefert werden könnten. Mögliche weitere Vorgehen in dieser Hinsicht werden in Kapitel 5.6 besprochen.

## 5 Ermittlung von Preisindizes für die Anlageklassen des Netzes

In diesem Kapitel werden Preisindizes für alle Anlageklassen erstellt und das entsprechende Vorgehen erläutert. Auf wichtige Eigenheiten der unterschiedlichen Anlageklassen wird in den entsprechenden Unterkapiteln eingegangen.

### *Erstellung der Warenkörbe*

In einem ersten Schritt müssen die Warenkörbe der Anlageklassen aufgestellt, also die Gewichte der Komponenten der Warenkörbe ermittelt werden. Diese Gewichte werden aufgrund historischer Abrechnungen identifiziert.<sup>9</sup> Für alle zu indexierenden Anlageklassen liegen Abrechnungen vor, wobei die Zeitspanne von den 1960er-Jahren bis ins erste Jahrzehnt, sowie verschiedene geographische Gegebenheiten abgedeckt sind. Insgesamt liegen rund 240 Abrechnungen vor.

Zur Bildung der Warenkörbe wurden jeweils die Abrechnungen eines Jahrzehnts zusammengefasst und ein Durchschnitt gebildet. Unterschiedliche Gegebenheiten wie Stadt und Land oder auch Berggebiete fließen demnach in diesen Durchschnitt der Kostenabrechnungen mit ein. Daraus wurden die Anteile der Komponenten der Warenkörbe gebildet. Wenn möglich wurden die Warenkörbe alle zehn Jahre angepasst. Da aber nicht in allen Jahrzehnten eine genügende Anzahl Abrechnungen vorliegt und zudem Veränderungen teilweise nur schwer ersichtlich sind, ist dies nicht immer möglich. In diesem Fall wird der Warenkorb konstant gehalten, bis eine eindeutige Veränderung aus den Abrechnungen ersichtlich wird.

Bei der Erstellung der Warenkörbe werden alle Komponenten berücksichtigt, welche über einen relevanten Anteil an den Gesamtkosten der jeweiligen Anlageklasse verfügen. Eine genaue Übersicht über alle Warenkörbe und den entsprechenden Komponenten findet sich im Anhang (A.1).

### *Indexierung der Komponenten*

In einem zweiten Schritt müssen die Positionen der Warenkörbe mit einem oder mehreren geeigneten Indizes bzw. Subindizes indexiert werden. Wie bereits erwähnt, entsprechen die verwendeten Materialindizes – in Analogie zum Gutachten zu den Höchstspannungsleitungen – den Subindizes des PPI bzw. des Grosshandelspreisindex. Dazu kommen Lohn- und Baukostenindizes. Die genaue Indexierung jeder Anlageklasse ist ebenfalls im Anhang ersichtlich (A.2). Einige Hinweise sind an dieser Stelle angebracht.

Aufgrund der Umstellung des PPI, der Einführung des branchenspezifischen Lohnindex und der Einführung des Schweizer Baupreisindex wurden in den Jahren 1993 und 1998 die Indexierung wo notwendig verändert, nicht jedoch die Gewichte des Warenkorbes.

Um weitere Unklarheiten bei der Indexierung der Komponenten auszuräumen, wurden Einschätzungen über Materialanteile an den Komponenten bei Branchenexperten eingeholt. Ein Beispiel ist die hauptsächlichliche Verwendung einer Aluminiumlegierung bei Freileitungen der Hochspannungsebene bereits seit den 1960er-Jahren, während auf der Niederspannungsebene mehrheitlich Kupfer

<sup>9</sup> Dank der guten Zusammenarbeit mit der Branche und den Elektrizitätswerken, welche uns historische Abrechnungen lieferten und uns fortwährend bei Unklarheiten und Problemen hilfsbereit unterstützten, konnten diese Indizes erst erstellt werden.

ferleitungen verwendet werden. Im Anhang (A.4) sind die gemittelten Angaben der Experten ersichtlich. Ziel bei der Indexierung war, immer die bestmöglichen ausgewiesenen Indizes bzw. Subindizes für jede Zeitperiode zu wählen, um damit die Preisentwicklung der Komponenten repräsentativ abzubilden.

Preisindizes für die Anlageklassen werden im Folgenden aus ausgewählten Subindizes gebildet. Im Gegensatz zu einem viel breiteren Index wie dem PPI führt dies dazu, dass sich Preisschwankungen einzelner Indexpositionen stark auf den Gesamtindex auswirken können. Deswegen können die resultierenden Indizes stärkere Schwankungen aufweisen als der PPI.

Die resultierenden Gesamtindizes der Anlageklassen („IWSB-Indizes“) werden jeweils in einer Abbildung mit dem PPI verglichen. Als Basisperiode wird das Jahr 2009 gewählt, als Vergleichsperiode – wo möglich – das Jahr 1963. Die Daten aller für die Anlageklassen konstruierten Indexreihen werden im Anhang aufgeführt (A.3).

#### *Schwierigkeiten bei der Indexierung*

Beim Bilden der Warenkörbe stellten sich einige Schwierigkeiten. Ein erstes Problem war, dass nur für jene Jahre Abrechnungen vorliegen, in denen auch Anlagen einer Anlageklasse erneuert wurden. Dementsprechend sind für einzelne Jahre sehr viele Abrechnungen vorhanden, für andere Jahrzehnte jedoch nur sehr wenige. Liegen in einem Jahrzehnt sehr wenige Abrechnungen vor, so ist es rein theoretisch möglich, dass untypische Abrechnungen zu einer Gewichtung der Komponenten eines Warenkorbes in diesem Jahrzehnt führen, die von der realen Gewichtung abweicht. Bei einer geringen Anzahl Abrechnungen in einem Jahrzehnt wurden die Gewichte auch mit jenen des vorhergehenden und des folgenden Jahrzehnts verglichen und bei Unstimmigkeiten eine Anpassung vorgenommen.

Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, dass die Abrechnungen von vielen verschiedenen Elektrizitätswerken geliefert wurden. Obwohl beispielsweise beim Bau einer Freileitung in etwa immer dieselben Komponenten benötigt werden, sind die Kostenaufstellungen der Abrechnungen sehr unterschiedlich. Einerseits lagen sehr detaillierte Abrechnungen, mit allen verarbeiteten Teilen – den jeweiligen Anlageklassen zugeordnet – vor. Andererseits wurden auf Abrechnungen manchmal auch nur sehr grobe Kostenaufstellungen ausgewiesen. In gewissen Fällen lagen auch nur noch Budgetierungen vor und die tatsächlich angefallenen Kosten konnten nicht mehr eruiert werden.

Ebenso ist offensichtlich, dass jede verlegte Leitung und jedes Unterwerk grundsätzlich eine Einzelanfertigung ist. Trotzdem wurden je Anlageklasse – wie aus den Abrechnungen ersichtlich ist – jeweils ähnliche Komponenten verbaut und die entsprechenden Kostenanteile sind vergleichbar. Ebenfalls führten die Indizes bzw. Subindizes, welche zur Indexierung der Komponenten herangezogen werden konnten, zu Einschränkungen. Einige Indizes sind nur bis ins Jahr 1993 erhältlich, andere gibt es erst seit 1993 beziehungsweise 1998 (siehe dazu auch Kapitel 4.3).

#### *Sensitivitätsanalyse*

Die Sensitivitätsanalyse hat zum Ziel, die Reaktion der IWSB-Indizes auf Veränderungen der Zusammensetzung der Warenkörbe sowie der zugrundeliegenden (Sub-)Indizes zu erfassen. Im nächsten Abschnitt wird das Vorgehen bei der Sensitivitätsanalyse beschrieben.

In einem ersten Schritt wird überprüft, wie stark sich der Index verändert, falls die Komponenten durch andere Subindizes abgebildet werden. Beispielsweise wird der für die Kabelleitungen verwendete Subindex des PPI „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ erst ab 1993 erhoben. Vor 1993 muss die Preisentwicklung der Kabelleitungen mit anderen Materialsindizes abgebildet werden. Bei der Sensitivitätsanalyse wird nun überprüft, wie sich die Indizes entwickeln würden, falls auch nach 1993 die entsprechenden Materialsindizes für die Kabelleitungen berücksichtigt worden wären. Ebenso wird beispielsweise beim Rohrblock und dem damit verbundenen Tiefbau überprüft, welchen Effekt eine Substitution des Zürcher Baukostenindex (bzw. des schweizerischen

Baupreisindex ab 1998) durch passende Material- und Lohnindizes für den IWSB-Index zur Folge hätte. Bleibt der Verlauf der Indizes ähnlich, so zeigt dies die Robustheit des Index bezüglich der Art der Indexierung auf.

In einem zweiten Schritt wird überprüft, welchen Einfluss eine Veränderung der Warenkorbgewichtung über die Zeit hat. Dazu werden im einen Fall die Anfangsgewichte aller Komponenten aus den 1960er-Jahren über die gesamte Zeit konstant gelassen. Im anderen Fall werden die Gewichte aller Komponenten aus den 2000-Jahren für die gesamte Zeit verwendet. Dieser Test zeigt auf, wie stark sich eine Veränderung der Bauweise – wenn sich beispielsweise durch ein neues Verfahren der Anteil der Arbeit verändert – auf den Verlauf der Indizes auswirkt.

In einem dritten Schritt wird die Sensitivität der Indizes bezüglich Gewichtung der Warenkorbkomponenten überprüft. Hierfür werden diejenigen Komponenten ausgewählt, die kostenmässig von Bedeutung<sup>10</sup> sind. Deren Gewichtung wird einerseits um 20% erhöht und andererseits um 20% gesenkt. Alle anderen Komponenten werden proportional angepasst, damit die Summe der Anteile nach wie vor 100% beträgt. Durch diese Änderungen in den Gewichten wird ein Intervall von 40% untersucht. Mit Absicht werden damit extreme Abweichungen nach oben und nach unten gewählt, um die Robustheit der IWSB-Indizes zu testen.

## 5.1 Freileitungen

### 5.1.1 Ermittlung der Preisindizes

Um die Indizes für die Freileitungen zu erstellen, werden die von den Elektrizitätswerken zur Verfügung gestellten historischen Abrechnungen von jeweils neu gebauten Freileitungen ausgewertet. Im Bereich der Hochspannung stehen genügend, im Bereich der Mittelspannung zahlreiche und bei der Niederspannung einige wenige Abrechnungen (lediglich aus den 1960er- und 1970er-Jahren) zur Verfügung.

Mithilfe der Abrechnungen werden die Anteile der Komponenten innerhalb der jeweiligen Warenkörbe bestimmt (siehe Anhang, A.1.1). Im Folgenden werden die Komponenten der Freileitungen beschrieben, die kostenmässig von Bedeutung sind. Bei der Sensitivitätsanalyse spielen diese eine zentrale Rolle. Eine wichtige Komponente der Freileitungen sind die Masten. Dabei wird zwischen Holz-, Beton- und Stahlmasten unterschieden. Damit die Masten stabil verankert werden können, benötigt jeder Mast ein eigenes Fundament. Hauptbestandteile der Fundamente sind Beton und Stahlarmierungen oder Stahlbeton. Zu den Fundamenten wird auch der damit verbundene Tiefbau gerechnet. Eine weitere zentrale Komponente sind die Leiterseile. Diese sind, wie auch bei den Kabeln, aus Kupfer oder Aluminium. Die Erschliessung der Baustelle, der Transport, die Montage und die Projektierung der Freileitungen werden für die Indexierung unter der Komponente Arbeit zusammengefasst.

Um die Fundamente zu indexieren, wird der Zürcher Baukostenindex (Rohbau) verwendet. Ab dem Jahre 1998 wird dieser durch den Schweizer Baupreisindex (Tiefbau) ersetzt. Für die Indexierung der Masten wurden die PPI-Subindizes *Bauholz*, *Beton* und *Eisen und Stahl* verwendet.

Für die Indexierung der Leiterseile werden die Subindizes „Aluminiumhalbzeug“ sowie „Buntmetallhalbzeug“ des PPI verwendet. Seit 1993 wird auf den Subindex „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“, zurückgegriffen. Für die Komponente Arbeit wird der Lohnindex verwendet. Von 1993 bis 2009 wird er durch den Lohnindex Baugewerbe ersetzt. Für die restlichen Komponenten werden andere passende Subindizes verwendet. Eine detaillierte Auflistung der verwendeten Indizes für die Komponenten ist im Appendix (A.2.1) ersichtlich.

<sup>10</sup> Mindestens 10% der Kosten des gesamten Warenkorbs.

### Netzebene 3

Abbildung 8 zeigt den IWSB-Index Freileitung Hochspannung (HS). Die Komponente Arbeit macht knapp einen Drittel der Gesamtkosten aus. Der Kostenanteil des Leiterseils beträgt zu Beginn über ein Viertel. Dieser Anteil geht danach jedoch stark zurück. Im Gegensatz dazu gewinnen die Masten und Fundamente ab den 1980er-Jahren an Bedeutung. Während den 1960er-Jahren wurden noch alle drei Arten von Masten verwendet, was sich im Anschluss geändert hat. Heute werden keine Holzmasten mehr verbaut. Am grössten ist der Anteil an Betonmasten über die gesamte Periode.

Vergleicht man den so konstruierten Index mit dem PPI, so fällt sofort die stärkere Teuerung ins Auge. Der IWSB-Index Freileitung HS verläuft deutlich tiefer als der PPI. Der Indexwert 26.6 im Jahre 1963 ist deutlich tiefer als der Wert von 53.4 des PPI. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt bei 2.9%. Im Vergleich dazu ist die durchschnittliche jährliche Teuerung von 1.4% des PPI etwa halb so gross.

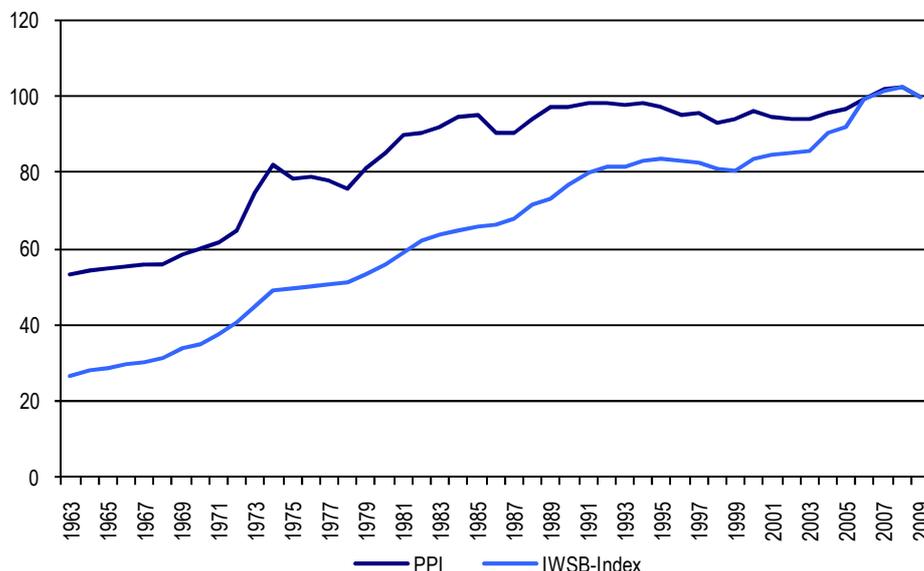


Abbildung 8: Freileitung HS (2009=100)

### Netzebene 5

Abbildung 9 zeigt den IWSB-Index Freileitung Mittelspannung (MS). Die zwei wichtigen Komponenten Fundamente und Masten machen bei Freileitungen der Mittelspannung seit den 1990er-Jahren, verglichen mit den früheren Jahrzehnten, einen grösseren Anteil aus. Zusammen kommen sie auf knapp 50% der Kosten. Bei der Mittelspannung wurden bis Ende des letzten Jahrtausends hauptsächlich Holzmasten verbaut. Bei Freileitungen neueren Datums wird vermehrt auf Beton- oder Stahlmasten zurückgegriffen. Der Anteil der Arbeit macht zu Beginn – wie bei der Hochspannung – rund ein Drittel aus. Seit den 1990er-Jahren ist der Kostenanteil jedoch auf etwa ein Viertel der Kosten zurückgegangen. Der Anteil der Leiterseile an den Gesamtkosten war schon früher geringer als bei der Hochspannung.

Wie bei den Leitungen der Hochspannung ist auch bei diesem Index die Kostenentwicklung stärker als beim PPI. Der IWSB-Index Freileitung MS verläuft deutlich tiefer als der PPI. Wird der Preisverlauf der Mittelspannungsleitungen vor 2005 mit jenem der Hochspannung verglichen, so zeigt sich eine sehr ähnliche Entwicklung. Der Ursprungswert im Jahre 1963 ist praktisch identisch. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 26.4, derjenige des PPI wie erwähnt bei 53.4. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 2.9%.

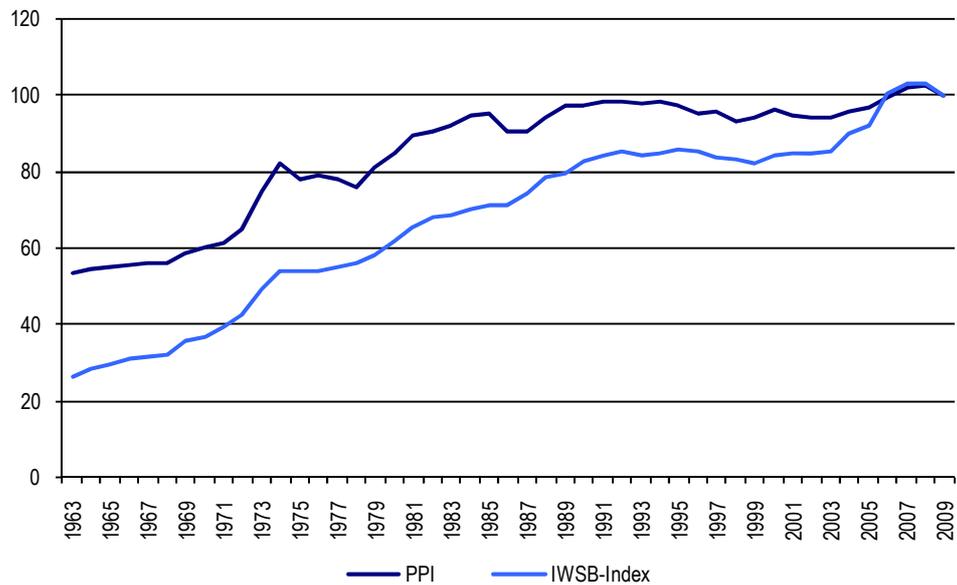


Abbildung 9: Freileitung MS (2009=100)

#### Netzebene 7

Abbildung 10 zeigt den IWSB-Index Freileitung Niederspannung (NS). Bei der Niederspannung haben die Arbeit und das Leiterseil höhere Anteile als bei der Hoch- und der Mittelspannung. Zusammen machen diese fast 70% der Kosten aus. Der Anteil der Arbeit ist hier höher, da zusätzlich die Hausanschlüsse montiert werden müssen. Für Freileitungen der Niederspannung liegen nur Abrechnungen aus den 1960er- und 1970er-Jahren vor. Gemäss Expertenaussagen wurden jedoch später auch nur noch wenige Freileitungen im Niederspannungsbereich gebaut, was die geringe Anzahl Abrechnungen erklären könnte. Nach den 1970er-Jahren wurden bei der Niederspannung praktisch nur noch Kabelleitungen verlegt. Aus diesem Grund wurde für Freileitungen der Niederspannung der Warenkorb über die gesamte Zeit konstant gehalten. In den 1960er- und 1970er-Jahren wurden fast ausschliesslich Holzmasten verwendet, was gemäss Expertenmeinungen bis heute gleich geblieben ist.

Die Kostenentwicklung des IWSB-Index Freileitung Niederspannung ist etwas schwächer als bei den zwei vorigen Indizes. Sie ist jedoch nach wie vor stärker als die Kostenentwicklung des PPI. Der IWSB-Index Freileitung NS verläuft deutlich tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 30.2. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 2.6%.

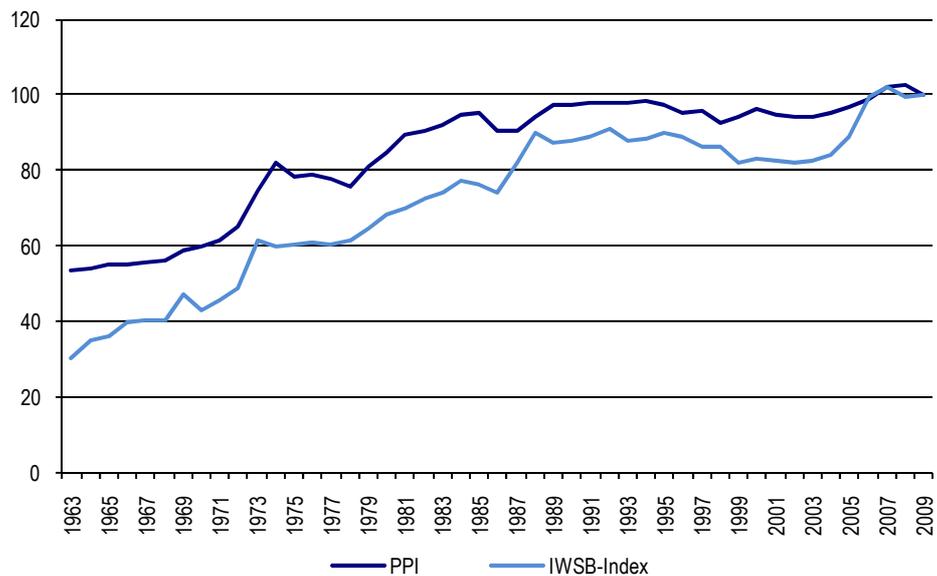


Abbildung 10: Freileitung NS (2009=100)

### 5.1.2 Sensitivitätsanalyse

#### Netzebene 3

Abbildung 11 zeigt das Intervall für den IWSB-Index Freileitung HS, nach Durchführung der Sensitivitätsanalyse. Im Jahre 1963 liegt das Intervall zwischen 25 und 30 Prozentpunkten. Der Wert des PPI ist dort mit 53.4 deutlich ausserhalb des Intervalls.

Für die Netzebenen 3 und 5 der Freileitungen sind die Intervalle der Sensitivitätsanalyse sehr eng. Allfällige Anpassungen der Warenkörbe haben demnach nur geringe Auswirkungen auf die IWSB-Indizes. Nur für die Jahre 2005 bis 2009 steigt das Intervall sichtbar an. Dieses Phänomen ist bei allen Freileitungen sichtbar. Der Grund dafür liegt darin, dass die Gewichte der einzelnen Indizes bei den Masten stark verändert wurden. In einer Spezifikation wurden die Masten ausschliesslich mit Eisen- und Stahl indexiert, in einer anderen ausschliesslich mit Beton. Die IWSB-Indizes hingegen wurden mit durchschnittlichen Materialanteilen berechnet, welche Experten validiert hatten (siehe Anhang A.4). Der starke Anstieg des Stahlpreises ab 2005 (siehe Abbildung 4) wirkt sich – wie unten ersichtlich – auf unseren Index aus. Trotz solcher extremen Annahmen bleibt, wie erwähnt, das Intervall sehr schmal.

Mit solchen extremen Annahmen innerhalb der Sensitivitätsanalyse kann aufgezeigt werden, dass der IWSB-Index für alle Arten von Freileitungen geeignet ist – also für jene, die mit Betonmasten gebaut werden, sowie für jene, die mit Stahlmasten gebaut werden. Die Unterschiede bei der Preisentwicklung zwischen solchen „Leitungstypen“ bleiben sehr klein.

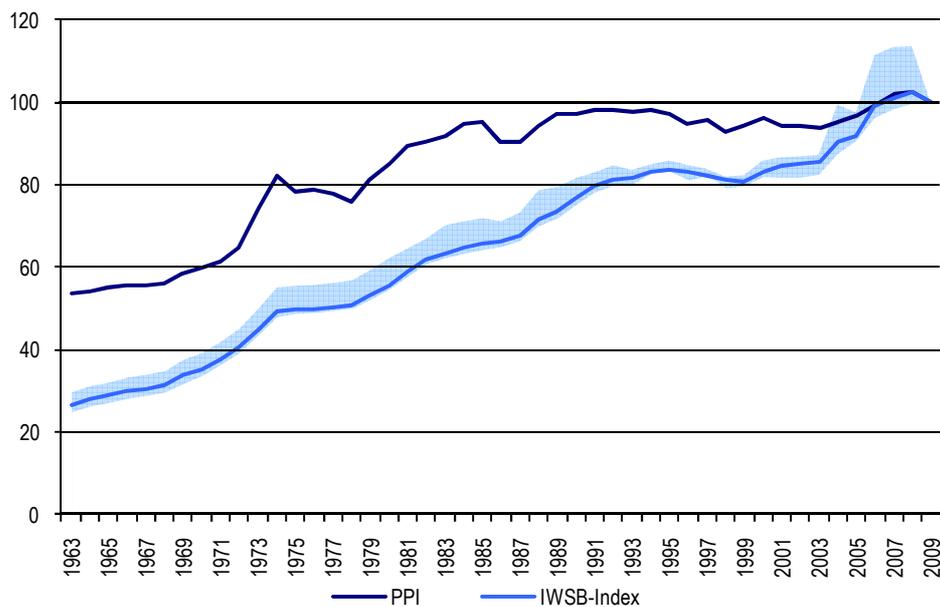


Abbildung 11: Freileitung HS (2009=100)

#### Netzebene 5

Abbildung 12 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Freileitung MS und die verschiedenen Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. Im Jahre 1963 liegt das Intervall zwischen 24 und 29 Prozentpunkten und der Wert des PPI liegt mit 53.4 deutlich oberhalb dieses Intervalls. Das Intervall des IWSB-Index Freileitung MS verhält sich sehr ähnlich wie jenes beim Index der Hochspannung. Von 1963 bis 2004 ist es sehr eng. Danach wird es, aus den bereits bei der Hochspannung angesprochenen Gründen, grösser. Eine Veränderung der Gewichte des Warenkorbs sowie konstante Warenkörbe des Anfangs- und des Schlussjahrzehnts verändern den Index nur gering.

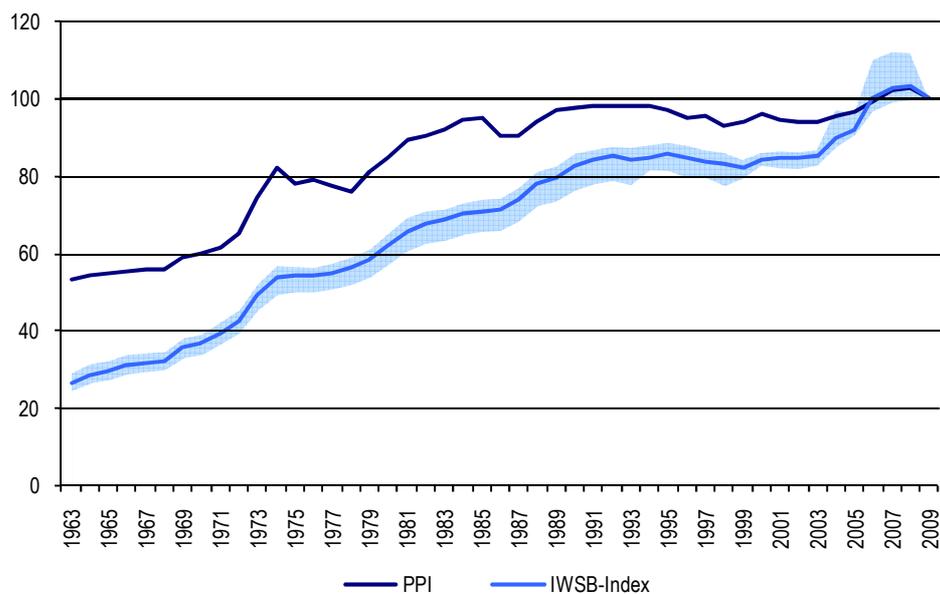


Abbildung 12: Freileitung MS (2009=100)

#### Netzebene 7

Abbildung 13 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Freileitung NS und die verschiedenen Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. 1963 liegt das Intervall zwischen 24 und 33. In

diesem Jahr liegt der Wert des PPI mit 53.4 ausserhalb des Intervalls. Das Intervall ist vor allem nach unten breiter als die beiden vorangegangenen. Auf die Gründe dafür gehen wir im Folgenden kurz ein.

Die relativ tiefe untere Grenze des Intervalls liegt in einer einzigen Spezifikation der Sensitivitätsanalyse begründet. Beim IWSB-Index werden die Leitungsseile ab 1993 durch die Indexposition „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ abgebildet. Im Rahmen der der Sensitivitätsanalyse werden die Kabel ab 1993 auch mittels einer Kombination der Materialindizes „Aluminiumhalbzeug„ und „Buntmetall-Halbzeug“ indiziert, wobei dort laut Expertenaussagen jeweils der Kupferanteil dominiert. Das breite Intervall entsteht demnach durch den sehr starken Preisanstieg des Kupfers in den Jahren 2003 und 2004 (siehe Abbildung 5). Dieser Anstieg fällt grösser aus als derjenige der Preise für „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ (siehe Abbildung 7), was das Intervall bei der Rückindexierung nach unten ausweitet. Da bei den Freileitungen HS und MS der Aluminiumanteil bei den Leitungsseilen dominiert, fällt diese Verbreiterung des Intervalls dort nicht an.

Es soll nochmals klar festgehalten werden, dass das Ziel verfolgt wird, jeweils den bestmöglichen Index zu berücksichtigen, der jeweils verfügbar ist. Die Indexposition „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ ist aus unserer Sicht besser geeignet, Leiterseile zu indexieren, als ein reiner Materialindex, welcher nur den Kupferpreis abbildet. Ohne diesen Teil der Sensitivitätsanalyse wäre das Intervall weniger breit und jenem der Freileitungen der Netzebenen 3 und 5 deutlich ähnlicher. Dies erklärt auch, weshalb der IWSB-Index sich viel näher an der oberen Grenze des Intervalls befindet.

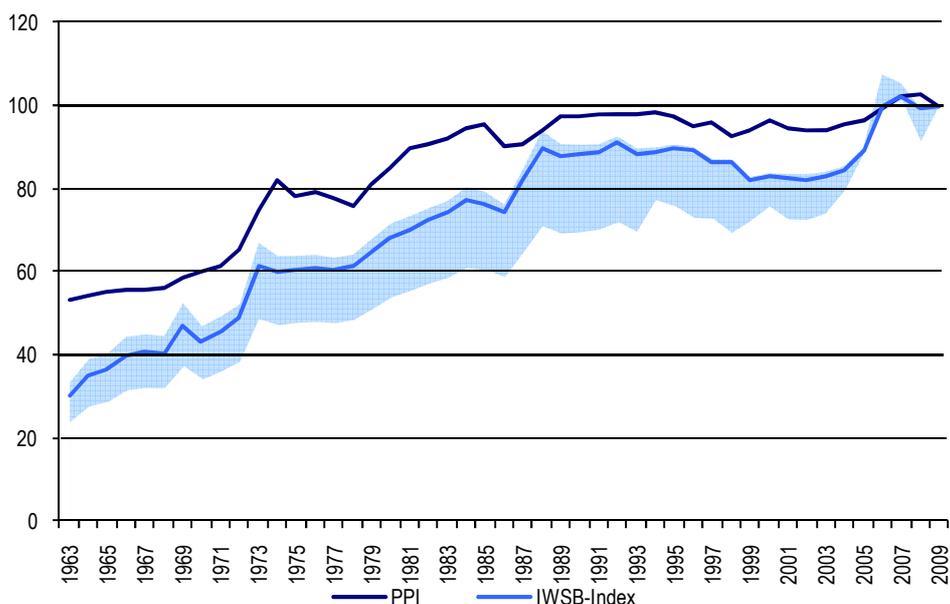


Abbildung 13: Freileitung NS (2009=100)

## 5.2 Kabelleitungen

### 5.2.1 Ermittlung der Preisindizes

Um die Indizes für die Kabelleitungen zu erstellen, werden ebenfalls die von Elektrizitätswerken zur Verfügung gestellten historischen Bau-Abrechnungen ausgewertet. Bei der Hochspannung stehen uns ausreichend viele Abrechnungen zur Verfügung. Bei der Mittelspannung und Niederspannung liegen erfreulicherweise sehr viele Abrechnungen vor.

Bei den Kabelleitungen können folgende Komponenten unterschieden werden, die kostenmässig von Bedeutung sind. Zum einen sind dies der Rohrblock, die Schächte und die Schutzrohre sowie der damit verbundene Tiefbau. Weiter sind die Kabel von Bedeutung. Verwendet wurden dabei Kabel aus Kupfer und Aluminium. Weitere wichtige Komponenten sind die Verschlüsse, Muffen und Trennstellen. Die Erschliessung, der Transport, die Montage und die Projektierung der Kabel-

leitungen wird im Rahmen der Indexierung unter der Komponente Arbeit zusammengefasst. Die genaue Aufteilung nach Komponenten ist im Anhang (A.1.2) aufgeführt.

Für die Indexierung wurden wiederum geeignete Subindizes gewählt, welche die Preisentwicklung der einzelnen Komponenten bestmöglich wiedergeben. Für den Rohrblock, die Schächte und die Schutzrohre wird der Zürcher Baukostenindex (Rohbau) verwendet. Ab dem Jahre 1998 wird er durch den Schweizer Baupreisindex (Tiefbau) abgelöst. Für die Kabelleitungen werden die Subindizes „Aluminiumhalbzeug“ sowie „Buntmetallhalbzeug“ des PPI verwendet. Seit 1993 wird auf den Subindex „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ zurückgegriffen. Für die Verschlüsse, Muffen und Trennstellen verwenden wird die Indexposition „Eisen und Stahl“, für die Komponente Arbeit den Gesamtlohnindex. Von 1993 bis 2009 wird dieser durch den Lohnindex Baugewerbe ersetzt. Für die restlichen Komponenten werden andere passende Subindizes verwendet, deren Aufstellung im Anhang (A.2.2) ersichtlich ist.

### Netzebene 3

Abbildung 14 zeigt den IWSB-Index Kabelleitung HS. Der Anteil der Kabel macht anfangs fast 50% aus. Während dieser Anteil über die Jahre leicht zurückgeht, steigt der Anteil des Rohrblocks an. Der Arbeitsanteil (Montage, Transport und Projektierung) ist etwas geringer als bei der Mittel- und Niederspannung. Da der Anteil der Kabel so hoch ist, wird er stark von der Entwicklung der Indexposition „Buntmetallhalbzeug“ beeinflusst. Aufgrund der grossen Veränderungen des Kupferpreises ergeben sich beim IWSB-Index in den 1970er- und den 1980er-Jahren starke Ausschläge. Vergleicht man den IWSB-Index mit dem PPI, so ist eine relativ ähnliche Entwicklung festzustellen. Die zwei Indizes schneiden sich immer wieder, der IWSB-Index Kabelleitung HS verläuft jedoch im Durchschnitt tiefer als der PPI. Der Indexwert 39.6 von 1963 ist geringer als der Wert des PPI (53.4). Die durchschnittliche jährliche Teuerung des IWSB-Index zwischen 1963 und 2009 liegt bei 2.0%, verglichen mit 1.4% des PPI

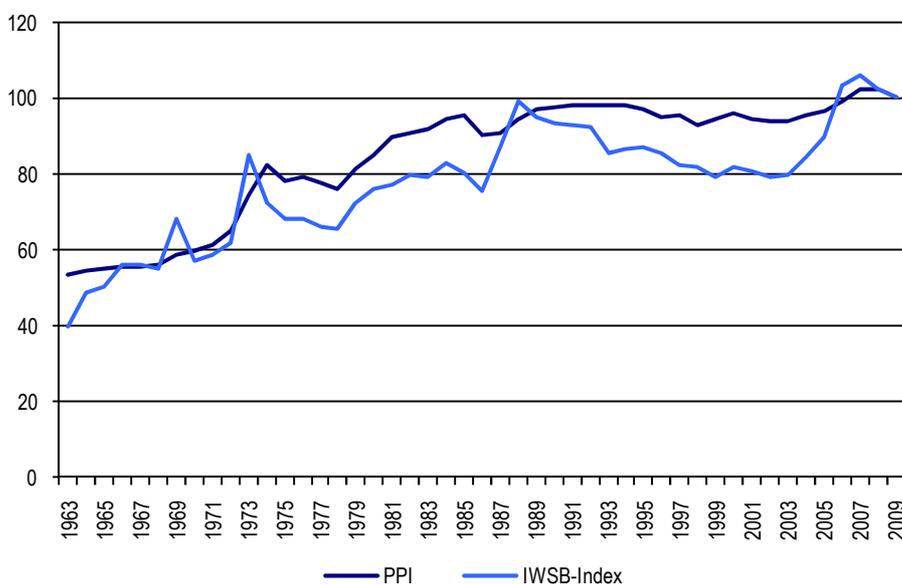


Abbildung 14: Kabelleitung HS (2009=100)

### Netzebene 5

Abbildung 15 zeigt den IWSB-Index Kabelleitung MS. Der Anteil der Kabel liegt hier anfangs sogar über 50%, geht danach aber kontinuierlich zurück. Der Anteil des Rohrblocks liegt in den 1960er-Jahren tiefer als in den folgenden Jahrzehnten. Der Arbeitsanteil (Montage, Transport und Projektierung) ist grösser als auf Netzebene 3 und steigt über die Zeit an. Obwohl sich die Anteile der Komponenten zwischen Mittelspannung und Hochspannung unterscheiden, ist der Verlauf der

zwei Indizes beinahe identisch. Wie bei den Kabelleitungen HS kommt es in den 1970er- und den 1980er-Jahren zu starken Ausschlägen.

Vergleicht man den Index mit dem PPI, so ist eine ähnliche Entwicklung wie bei der Hochspannung festzustellen. Die zwei Indizes schneiden sich immer wieder, der IWSB-Index Kabelleitung MS verläuft jedoch im Durchschnitt unterhalb des PPI. Der Indexwert des IWSB-Index von 1963 (39.7) liegt tiefer als der Wert des PPI (53.4). Die durchschnittliche jährliche Teuerung des IWSB-Index zwischen 1963 und 2009 beträgt hier wiederum 2.0%.

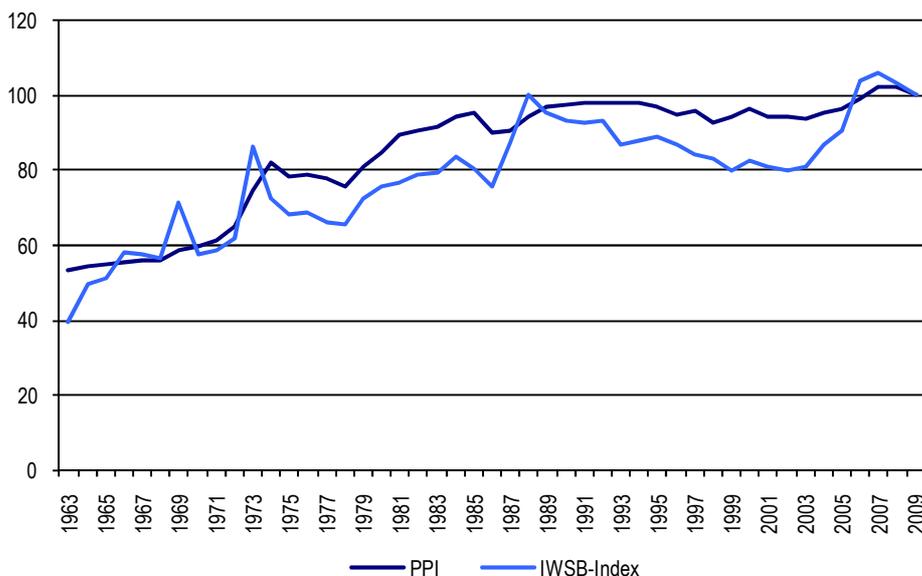


Abbildung 15: Kabelleitung MS (2009=100)

#### Netzebene 7

Abbildung 16 zeigt den IWSB-Index Kabelleitung NS. Der Anteil der Kabel am gesamten Warenkorb ist viel geringer als bei der Hoch- und der Mittelspannung. Der Anteil geht wie bei der Hoch- und Mittelspannung leicht zurück. Der Anteil des Rohblocks liegt auch hier in den 1960er-Jahren tiefer als in den folgenden Jahrzehnten. Der Arbeitsanteil (Montage, Transport und Projektierung) ist höher als bei der Hoch- und Mittelspannung. Zudem steigt er über die Zeit an. Auf der Niederspannungsebene spielt eine zusätzliche Komponente, die Hausanschlusskästen, eine Rolle. Auf Grund des geringeren Anteils der Kabel sind die Ausschläge des IWSB-Index auf dieser Netzebene nicht so stark wie bei der Hoch- und Mittelspannung.

Vergleicht man den Index mit dem PPI, so gibt schneiden sich hier die Indizes nicht mehr. Der IWSB-Index Kabelleitung NS verläuft immer unterhalb des PPI. Der Indexwert des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 31.6 und ist damit deutlich tiefer als der Wert 53.4 des PPI. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt damit bei 2.5%.

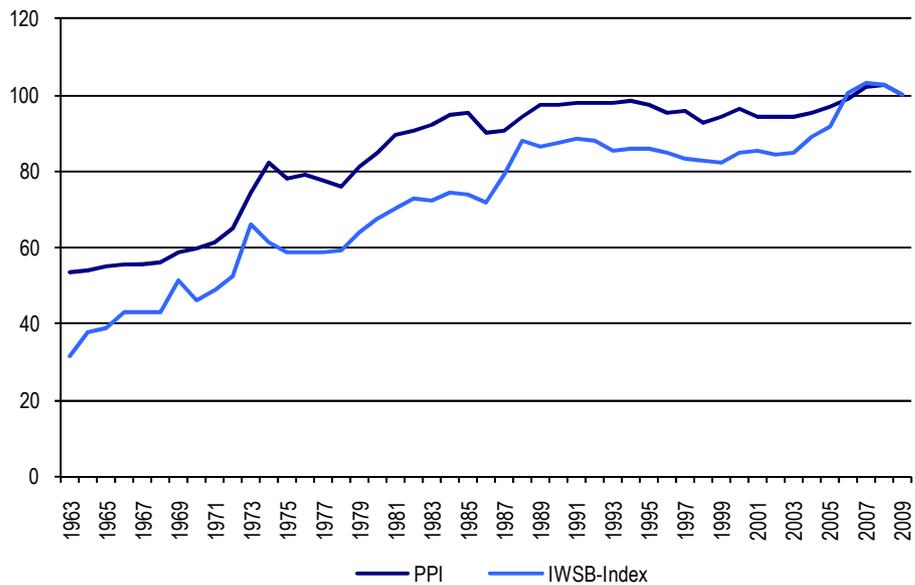


Abbildung 16: Kabelleitung NS (2009=100)

### 5.2.2 Sensitivitätsanalyse

#### Netzebene 3

Abbildung 17 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Kabelleitung HS für verschiedene Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. 1963 liegt das Intervall zwischen 29 und 44 Prozentpunkten. Der Wert des PPI (53.4) liegt auch hier ausserhalb des Intervalls. In den nachfolgenden Jahren liegt der PPI jedoch teilweise innerhalb des Intervalls. Der Wert des IWSB-Index Kabelleitung HS liegt zudem nicht für alle Jahre unterhalb derjenigen des PPI.

Der Verlauf des IWSB-Index innerhalb des Intervalls zeigt, dass er jeweils näher an der oberen Grenze liegt als an der unteren. Wie bei den Freileitungen NS ist das Intervall relativ breit. Der tiefe untere Rand kommt, wie bei den Freileitungen NS, auf Grund einer einzigen Spezifikation in der Sensitivitätsanalyse zustande. Wird ab 1993 anstatt des spezifischen Index „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ der stark fluktuierende Materialindex „Buntmetallhalbzeug“ verwendet, ergibt sich ein Index, der die untere Kante des Intervalls vor 2005 abbildet.

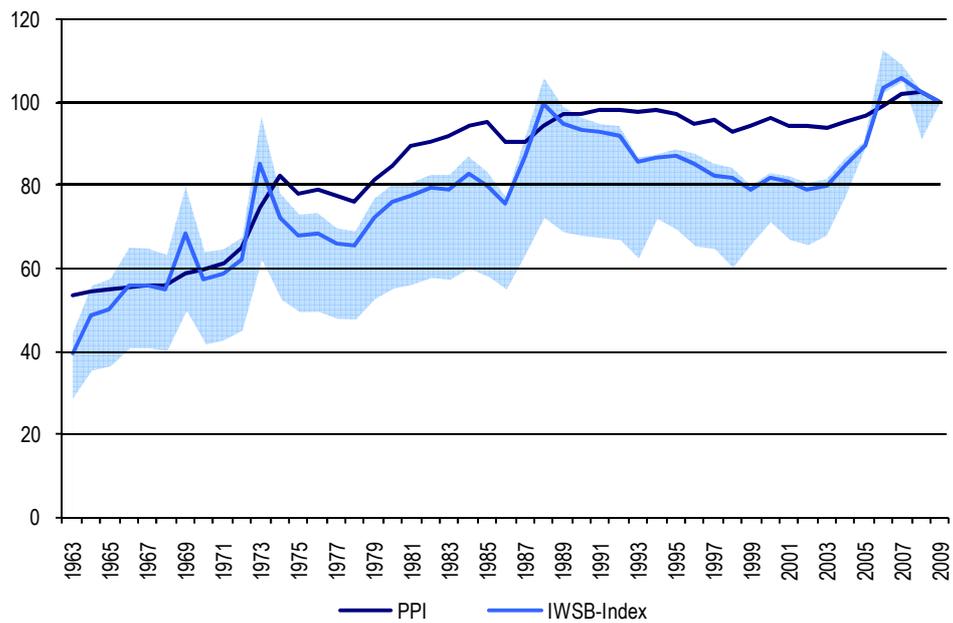


Abbildung 17: Kabelleitung HS (2009=100)

#### Netzebene 5

Abbildung 18 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Kabelleitung MS für verschiedene Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. Im Jahre 1963 liegt das Intervall zwischen 30 und 45 Prozentpunkten und der Wert des PPI mit 53.4 liegt wiederum ausserhalb des Intervalls. Wie auch bei den Kabelleitungen HS liegt hier der PPI mehrmals im Intervall der IWSB-Index Kabelleitung MS. Der Verlauf des IWSB-Index innerhalb des Intervalls zeigt wiederum, dass er näher an der oberen Grenze liegt als an der unteren. Das relativ breite Band kann – wie schon bei der Hochspannung – durch die Substitution des Subindex „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ durch die Subindizes „Aluminiumhalbzeug“ und „Buntmetall-Halbzeug“ ab 1993 erklärt werden.

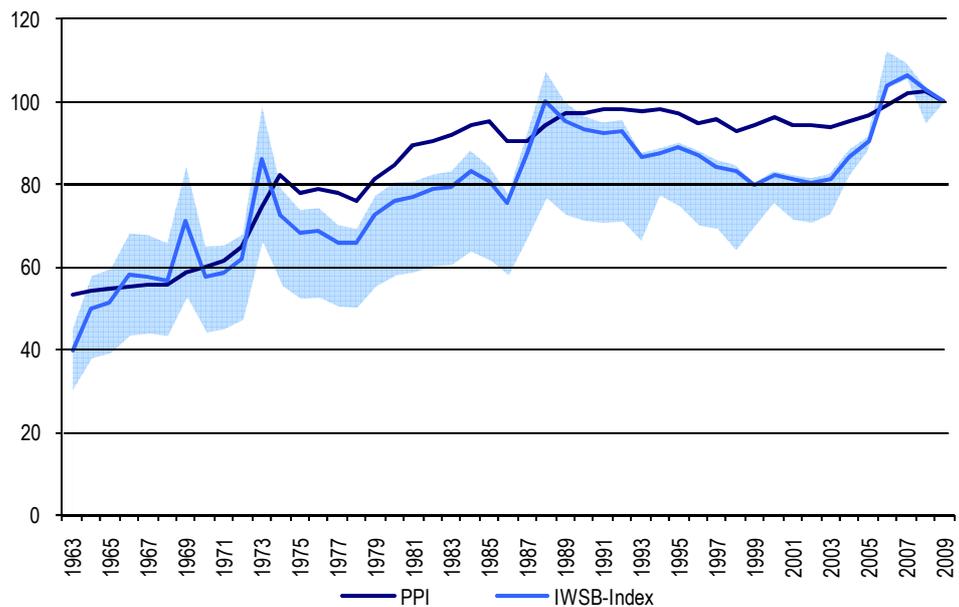


Abbildung 18: Kabelleitung MS (2009=100)

### Netzebene 7

Abbildung 19 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Kabelleitung NS für verschiedene Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. Im Jahre 1963 liegt das Intervall zwischen 27 und 34 Prozentpunkten und der Wert des PPI liegt mit 53.4 Punkten ausserhalb des Intervalls. Der PPI schneidet zudem das Intervall vor 2005 nicht mehr.

Das Intervall der Sensitivitätsanalyse bei der Niederspannungsebene ist enger als die Intervalle bei der Hoch- und Mittelspannung. Der Grund dafür liegt einerseits im geringeren Anteil der Kabel am gesamten Warenkorb und andererseits an der – gemäss Branchenexperten – geänderten Praxis, ab den 1990er-Jahren immer mehr Aluminiumkabel bei der Niederspannung zu verwenden. Der Subindex „Aluminiumhalbzeug“ verzeichnet im Vergleich zum Subindex „Buntmetall-Halbzeug“ deutlich weniger Ausschläge nach oben und unten. Dies schlägt sich in der Sensitivitätsanalyse nieder.

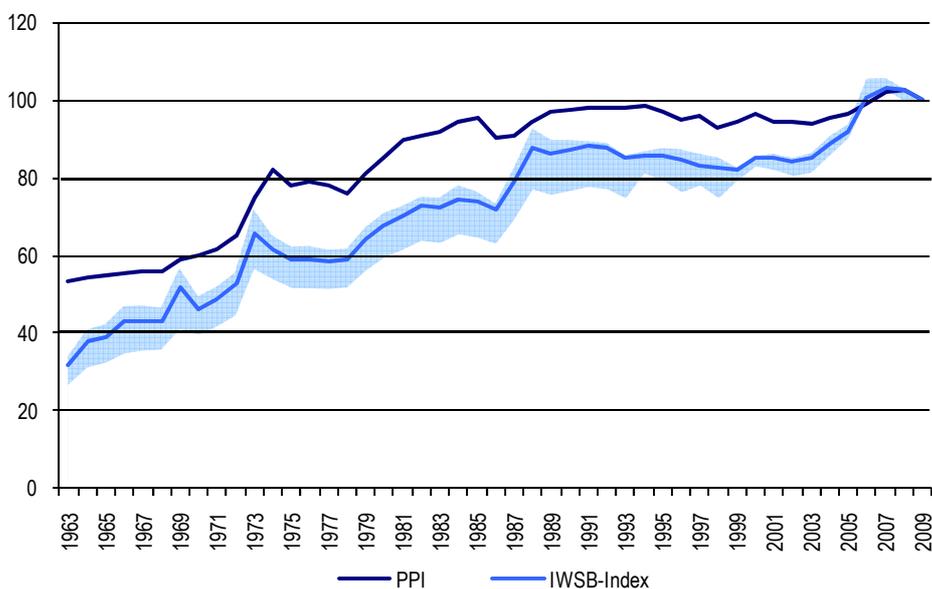


Abbildung 19: Kabelleitung NS (2009=100)

### 5.3 Trassees

Kabelleitungen werden in so genannten Kabeltrassees verlegt. Trassees haben sehr unterschiedliche Ausführungen. So gibt es begehbare Trassees, die wie ein Kanalsystem aufgebaut sind und in welchen auch andere Leitungen, wie beispielsweise Glasfaserkabel für die Telekommunikation, verlegt werden. Eine andere mögliche Bauweise sind Betontrassees, die direkt an der Oberfläche verlegt und mit Betonplatten abgedeckt sind. Teilweise werden Kabelleitungen auch in einem Rohrblock verlegt. Dabei werden Rohre aus Beton oder Kunststoff in den Rohrblock einbetoniert und danach die Leitungen eingezogen. Zusätzlich werden auch Schächte eingebaut um den Zugang zu den Leitungen (beispielsweise bei Kabelschäden) zu gewähren.

Zur Indexierung solcher Trassees wurden zwei Möglichkeiten ins Auge gefasst. Die erste Möglichkeit wäre, wie bei den Freileitungen und den Kabelleitungen auf Materialsubindizes zurückzugreifen und mithilfe eines repräsentativen Warenkorbes einen eigenen Index für die Trassees zu erstellen. Die andere Möglichkeit besteht darin, für die Trassees insgesamt den Schweizer Baupreisindex (Tiefbau) zu verwenden. Da dieser Index erst seit 1998 erhoben wird, muss vorher auf den Zürcher Baukostenindex (Rohbau) zurückgegriffen werden. Die für die Kabelleitungen durchgeführte Sensitivitätsanalyse in Kapitel 5.2 zeigte auf, dass es nur einen geringfügigen Unterschied macht, ob Trassees mit sinnvollen Materialsubindizes oder dem Baukostenindex indexiert werden. Zudem war aus den Abrechnungen nicht immer ersichtlich, wie Montagekosten der Kabelleitungen und Tiefbauarbeiten für das Trassee oder wie reine Materialkosten und Arbeitskosten für

die Verbauung der Materialien unterschieden werden. Diese Punkte und sowie die Tatsache, dass sehr unterschiedliche Trassee-Arten bestehen, bewogen uns dazu, Baukostenindizes für die Indexierung zu verwenden.

Der IWSB-Index verzeichnet eine stärkere Preisentwicklung als der PPI. Im Jahre 1963 liegt der Wert des IWSB-Index bei 28.9 während derjenige des PPI bei 53.4 liegt. Die durchschnittliche jährliche Teuerung bei den Trassees beträgt gemäss IWSB-Index zwischen 1963 und 2009 demnach 2.7%. Die durchschnittliche jährliche Teuerung des PPI liegt dagegen bei 1.4%.

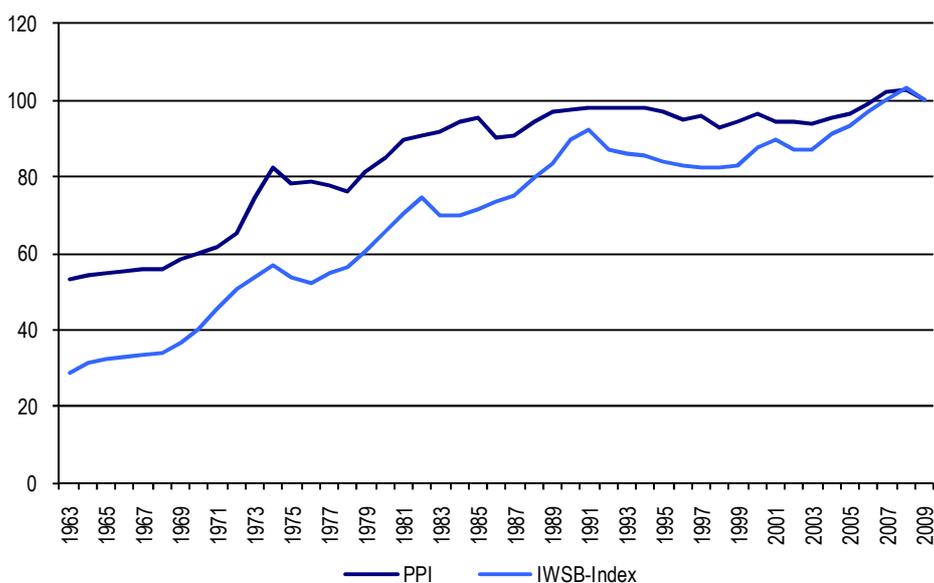


Abbildung 20: Trasses (2009=100)

Da bei der Indexierung der Kabelleitungen der Rohrblock, die Schächte und die damit verbundenen Tiefbauarbeiten bereits berücksichtigt werden, müssten die Trassees eigentlich nicht noch zusätzlich rückindexiert werden.

#### 5.4 Unterwerke

In einem Unterwerk treffen die verschiedenen Leitungen zusammen. Neben der Transformierung werden in einem Unterwerk Leitungen einer Spannungsebene miteinander verbunden oder einzelne Leitungen vom Netz genommen. In den Steuerungszentralen wird zudem das hochkomplexe Stromnetz überwacht. Es bestehen im Schweizer Stromnetz sehr unterschiedliche Ausführungen von Unterwerken. So bestehen beispielsweise im Rahmen von Unterwerken Freiluftschaltanlagen oder gasisolierte Schaltfelder, die in einem eigenen Gebäude untergebracht sind. Dazu kann die Anzahl Schaltfelder von Unterwerk zu Unterwerk sehr verschieden sein.

Trotz grossen Unterschieden lässt sich ein Unterwerk in vier Hauptkomponenten unterteilen. Unter den Begriff „Primärtechnik“ fallen alle Komponenten, welche direkt zur Transformierung des Stroms beitragen. Damit kann hier zwischen Transformation sowie den überspann- und unterspannseitigen Schaltanlagen unterschieden werden. Die „Sekundärtechnik“ umfasst Einrichtungen, welche nicht direkt an der Primärtransformation beteiligt sind. Teile der Sekundärtechnik sind die Steuerung, der Netzschutz, die Zählung und Messung sowie der Eigenbedarf des Unterwerks. Die vierte Hauptkomponente umfasst die Gebäude. Bei Innenraumanlagen besteht ein Gebäude, in welchem die Primärtechnik (also die Schaltanlagen und die Transformation) untergebracht ist. Aber auch bei Aussenanlagen existiert zumindest für die Sekundärtechnik ein Gebäude.

Tabelle 2 zeigt diese Hauptkomponenten der Unterwerke. Die Einteilung gilt gemäss Informationen aus den vorliegenden Abrechnungen für alle Unterwerke, unabhängig der Netzebene. Darunter sind die Komponenten der Hauptkomponenten aufgelistet. Beispielsweise setzen sich die Kosten

einer Schaltanlage aus den Kosten des elektrotechnischen Teils (grösstenteils Schaltfelder, Sammelschienen, usw), den Kosten für die Montage, den Kosten für (allfällige) Tiefbauarbeiten sowie den Kosten für die Verkabelung zusammen. Bei der Hauptkomponente Transformation handelt es sich beim elektrotechnischen Teil vor allem um den Transformator, bei der Sekundärtechnik um technische Geräte für die Funktionen Steuerung, Messung und Schutz.

Um schliesslich einen Unterwerksindex konstruieren zu können, werden zuerst Indizes für die Hauptkomponenten (also Schaltanlagen, Transformation, Sekundärtechnik sowie Gebäude) aufgestellt und im Anschluss diese Hauptkomponentenindizes für die beiden Netzebenen 2 und 4 jeweils passend gewichtet und somit je ein Unterwerksindex gebildet.

Schaltanlage	Transformation	Sekundärtechnik	Gebäude
<i>Elektrotechnik</i>	<i>Elektrotechnik</i>	<i>Elektrotechnik</i>	
<i>Montage</i>	<i>Montage</i>	<i>Montage</i>	
<i>Tiefbau</i>	<i>Tiefbau</i>	<i>Tiefbau</i>	
<i>Kabel</i>	<i>Kabel</i>	<i>Kabel</i>	

Tabelle 2: Hauptkomponenten von Unterwerken

#### 5.4.1 Indexierung der Hauptkomponenten von Unterwerken

Bei den Unterwerken kann die Indexierung nicht in der gleichen Weise vorgenommen werden, wie es bei den Freileitungen sowie den Kabelleitungen möglich ist. Die meisten Komponenten von Unterwerken werden vor 1993 im GPI nicht erfasst. Auch das Ausweichen auf Materialsubindizes um die Preisentwicklung der Komponenten zu berechnen macht in diesem Fall nur beschränkt Sinn. Wie bereits in Kapitel 4.3.2 erwähnt, verzeichnete die Produktion von den elektrotechnischen Komponenten der Sekundärtechnik oder Schaltanlagen erhebliche Produktivitätsveränderungen, die bei einer reinen Verwendung der Materialsubindizes nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grund müssen wir auf die Indexierung der Unterwerke vor 1993 verzichten. Eine ausführlichere Besprechung der Problematik und von entsprechenden Lösungsansätzen wird in Kapitel 5.6 vorgenommen.

Seit 1993 wird vom BFS die Preisentwicklung von elektrischen Einrichtungen ausgewiesen, mit deren Subindizes (sowie weiteren Indizes und Materialsubindizes) sich die elektrotechnischen Komponenten von Unterwerke indexieren lassen.

Im Bereich der Elektrotechnik lassen sich Transformatoren mit der Indexposition „Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren“ indexieren. Der Subindex „Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen“ eignet sich zur Indexierung der Schaltfelder. Für die Indexierung des elektrischen Teils der Sekundärtechnik lässt sich schliesslich die Indexposition „Elektrische Maschinen und Apparate“ ab 1993 verwenden. Für die restlichen Komponenten der Unterwerks-Hauptkomponenten, deren Kosten von Bedeutung sind, lassen sich andere passende Indizes oder Kombinationen mehrerer Indizes heranziehen. Die beim Bau der Unterwerke benötigten Verkabelungen lassen sich mit dem Subindex „Isolierte elektrische Leiter und Kabel“ indexieren. Für die Montage, die Projektierung und die Planung können Lohnindizes verwendet werden und für den Bau der Gebäude sowie Arbeiten des Tiefbaus werden Baukostenindizes verwendet. Die Gewichtung der Komponenten innerhalb der Hauptkomponenten und die verwendeten Indizes zur Indexierung der Komponenten kann im Anhang (A.2.3) eingesehen werden.

Ein zentraler Punkt dabei ist, dass – gemäss vorliegenden Abrechnungen der Elektrizitätswerke – die Gewichtung der Komponenten innerhalb der Hauptkomponenten *identisch* ist, ob es sich um Unterwerke der Netzebene 2 oder solche der Netzebene 4 handelt. Beispielsweise ist der Montageanteil am Bau einer Schaltanlage auf der Netzebene 2 und der Netzebene 4 im Durchschnitt gleich hoch.

Abbildung 21 zeigt, wie sich die Preise der Hauptkomponenten zwischen 1993 und 2009 entwickeln. Wie bei vorangehenden Abbildungen werden sie dem PPI gegenüber gestellt. Dabei wird ersichtlich, dass sich die Preise der Schaltanlagen, der Transformation und auch der Sekundärtechnik sehr ähnlich wie der PPI verhalten – mit Ausnahme der Hauptkomponenten Gebäude bleiben die Preise der Hauptkomponenten zwischen 1993 und 2009 relativ konstant.

Diese Beobachtung deckt sich mit den Aussagen von Branchenexperten, die zu den Preisentwicklungen von Transformatorenstationen, Schaltanlagen und der Sekundärtechnik Stellung genommen haben (siehe Beginn von Kapitel 5). In den geführten Gesprächen wurde oft hervorgehoben, dass die grössten Produktivitätsgewinne – und damit Preisreduktionen – bereits vor den 1990er-Jahren stattgefunden haben und die Preise seither keine allzu grossen Veränderungen mehr erfahren haben.

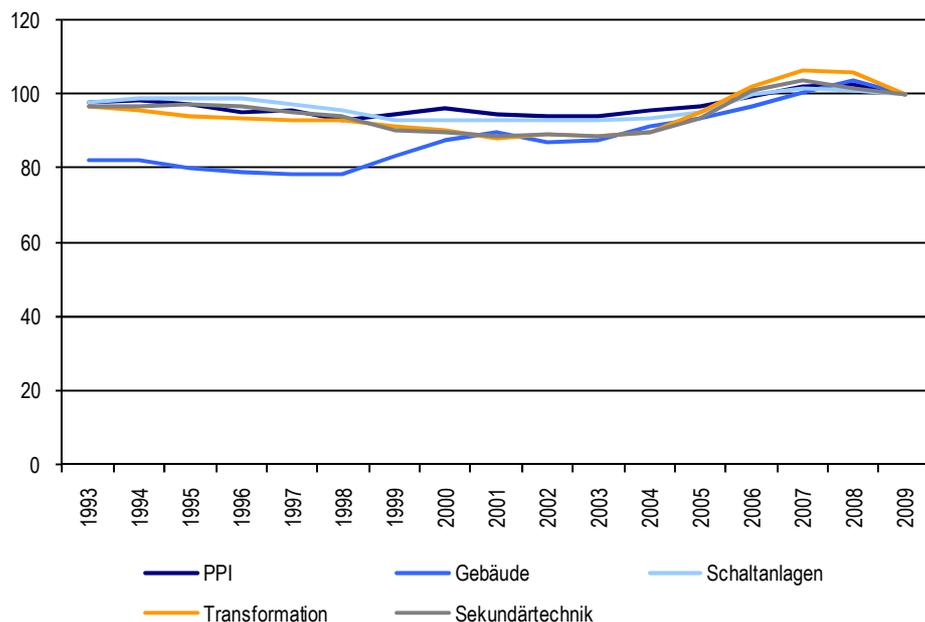


Abbildung 21: Komponenten von Unterwerken (2009=100)

Mit diesen vier konstruierten Indizes kann nun im Prinzip die Preisentwicklung jedes einzelnen Unterwerks abgebildet werden. Dabei müssen lediglich die Gewichte der vier Hauptkomponenten angepasst werden. Im Folgenden wird mit den Indizes dieser vier Hauptkomponenten je ein Index für ein durchschnittliches Unterwerk der Netzebene 2 sowie der Netzebene 4 gebildet. Dabei werden die mittleren Kostenanteile der Hauptkomponenten Gebäude, Schaltanlagen, Transformation sowie Sekundärtechnik verwendet, welche durch die vorliegenden Abrechnungen bestimmt werden konnten.

#### 5.4.2 Gesamtindex Unterwerke ab 1993

##### Netzebene 2

Abbildung 22 zeigt den IWSB-Index Unterwerke NE 2. Gemäss dieser Preisentwicklung sind Unterwerke in den 1990er-Jahren leicht günstiger geworden. Anfangs des neuen Jahrtausends fand jedoch eine Erhöhung der Preise statt und in den letzten zwei Jahren ist wieder ein leichtes Absinken der Preise feststellbar. Vergleicht man den Index mit dem PPI, so ist eine ähnliche Entwicklung festzustellen, der IWSB-Index Unterwerke NE 2 verläuft jedoch unterhalb des PPI. Der Indexwert des IWSB-Index im Jahre 1993 von 94.2 ist tiefer jener des PPI (98.0). Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1993 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 0.4% und beim PPI bei 0.1%.

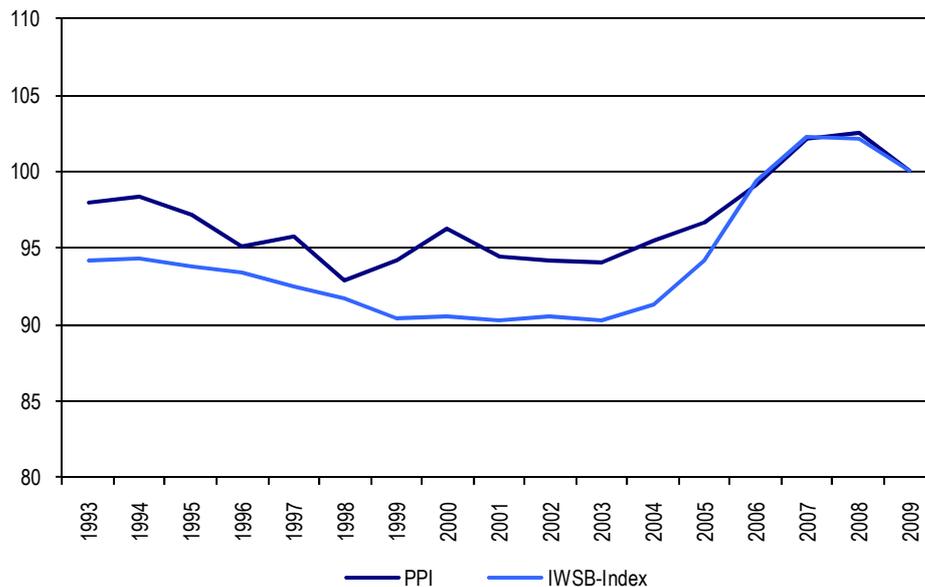


Abbildung 22: Unterwerke Netzebene 2

### Sensitivitätsanalyse

Da Unterwerke in der Realität sehr grosse Unterschiede aufweisen, wurde eine ausführliche Sensitivitätsanalyse durchgeführt um zu überprüfen, inwieweit der erhaltene Index für die Unterwerke verwendet werden kann. Beispielsweise können sich Unterwerke durch die Anzahl der Schaltfelder unterscheiden, weshalb der Anteil der Schaltanlagen im Vergleich zu den andern Komponenten stark variieren kann. Die starke Variation der Anteile im Warenkorb bei der Sensitivitätsanalyse soll diesem Umstand gerecht werden.

Das Vorgehen unterscheidet sich dabei vom Vorgehen bei den Freileitungen und den Kabelleitungen. Da für die Transformatoren und die Schaltanlagen keine Alternativindizes bestehen, mit welchen die Preisentwicklung ebenfalls abgebildet werden könnte, wird dieser erste Schritt der Sensitivitätsanalyse weggelassen. Die Anfangsgewichtung der einzelnen Komponenten (hier aus den 1990er-Jahren) wird jedoch im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wiederum konstant gehalten. Ebenso wird in einem zweiten Schritt die Gewichtung des Warenkorbes des neuen Jahrtausends über die ganze Periode konstant gehalten. Die Abweichungen vom IWSB-Index sind dabei minimal. Der letzte Teil der Sensitivitätsanalyse wird bei den Unterwerken ausgeweitet. Da die Anteile der Hauptkomponenten je nach Abrechnung sehr stark schwanken, werden die Gewichtungen einer Hauptkomponente einerseits um 40% erhöht und andererseits um 40% gesenkt - also doppelt so stark wie bei den Frei- und Kabelleitungen.

Abbildung 23 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Unterwerk NE 2 für verschiedene Gewichtungen der Warenkorb-Komponenten abbilden. Im Jahre 1993 liegt das Intervall zwischen 93 und 95 Prozentpunkten und der Wert des PPI liegt mit 98.0 oberhalb des Intervalls. Von 1993 bis 2005 verläuft das Intervall unterhalb des PPI, in den folgenden Jahren ist die Preisentwicklung jedoch praktisch identisch. Über die gesamte Periode ist die Preisentwicklung der Unterwerke jedoch trotzdem stärker als jene des PPI.

Bei genauer Betrachtung der Abbildung fällt zudem auf, dass das Intervall der Sensitivitätsanalyse vor dem Jahre 2000 breiter ist. Dies lässt sich mit der unterschiedlichen Preisentwicklung zwischen der Hauptkomponente Gebäude und den anderen drei Hauptkomponenten erklären. In Abbildung 21 ist ersichtlich, dass die Preise von Gebäuden zwischen 1998 und 2000 angestiegen sind, während die Preise der anderen Hauptkomponenten konstant geblieben, oder sogar leicht gesunken, sind. Wird nun im Rahmen der Sensitivitätsanalyse der Anteil der Hauptkomponente Gebäude um 40% erhöht (bzw. gesenkt), so wird das Intervall an dieser Stelle automatisch breiter.

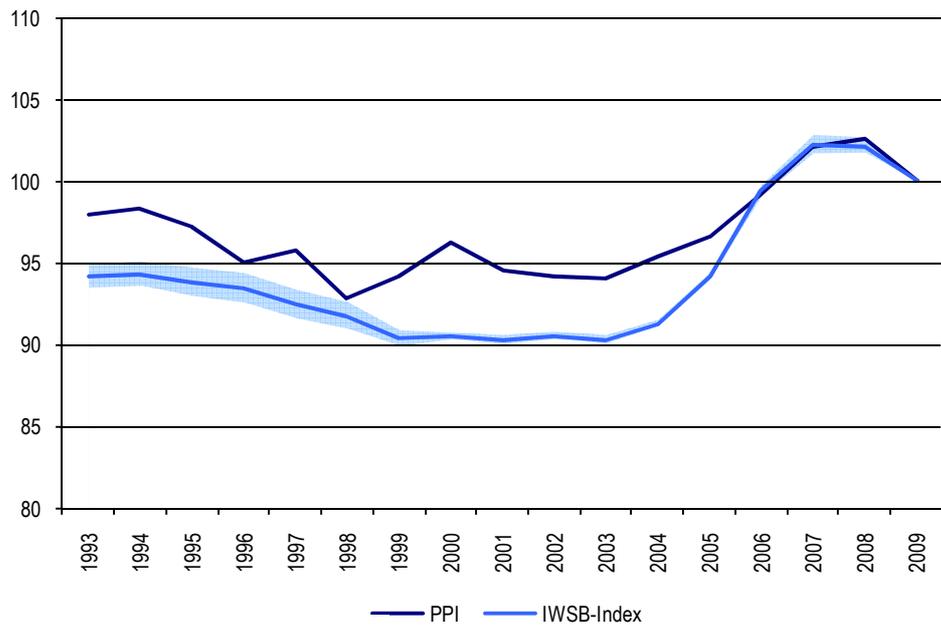


Abbildung 23: Sensitivitätsanalyse IWSB-Index Unterwerke NE 2

#### Netzebene 4

Abbildung 24 zeigt den IWSB-Index Unterwerke NE 4. Der Verlauf dieses Index ist beinahe identisch wie jener der Unterwerke der Netzebene 2, der Anfangswert des Index für Unterwerke der Netzebene 4 liegt jedoch ein wenig tiefer. Dieser liegt mit 93.7 auch tiefer als der Wert des PPI (98.0). Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1993 und 2009 liegt beim IWSB-Index wiederum bei 0.4% und jene des PPI liegt bei 0.1%..

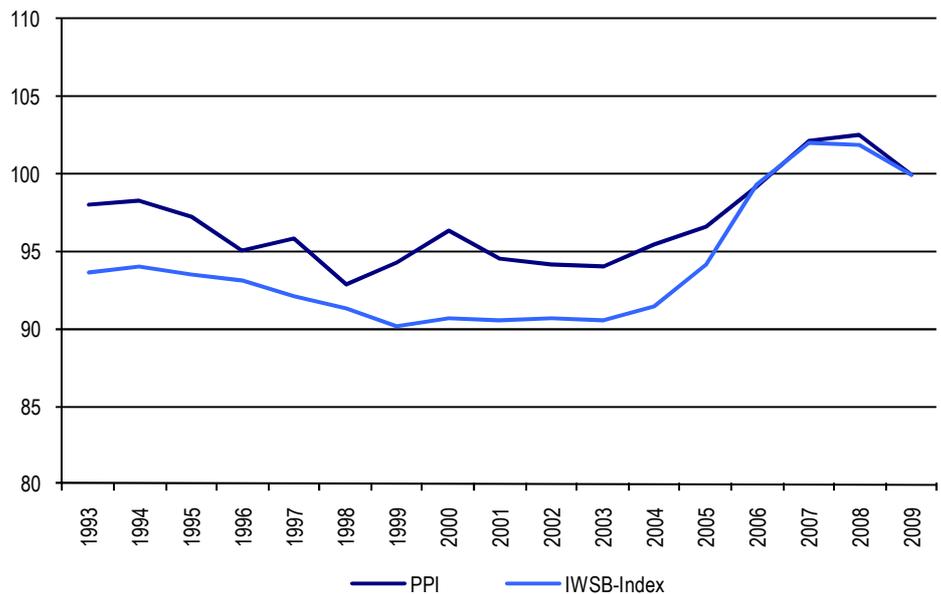


Abbildung 24: Unterwerke Netzebene 4

#### Sensitivitätsanalyse

Da auch die Unterwerke der Netzebene 4 grosse Unterschiede aufweisen können, wurde wiederum eine ausführliche Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Die Sensitivitätsanalyse soll überprüfen, inwieweit der konstruierte Index für ein Unterwerk der Netzebene 4 verwendet werden kann.

Abbildung 25 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index Unterwerk NE 4 für verschiedene Gewichtungen der Warenkorb-Komponenten abbildet. Im Jahre 1993 liegt das Intervall zwischen 93 und 94 Prozentpunkten und der Wert des PPI mit 98.0 oberhalb des Intervalls. Das Intervall entwickelt sich gleich wie das Intervall bei den Unterwerken der Netzebene 2; vor dem Jahr 2000 führt die stärkere bzw. schwächere Gewichtung der Hauptkomponente Gebäude in der Sensitivitätsanalyse aufgrund der unterschiedlichen Preisentwicklung der Hauptkomponenten zu einer Verbreiterung des Intervalls.

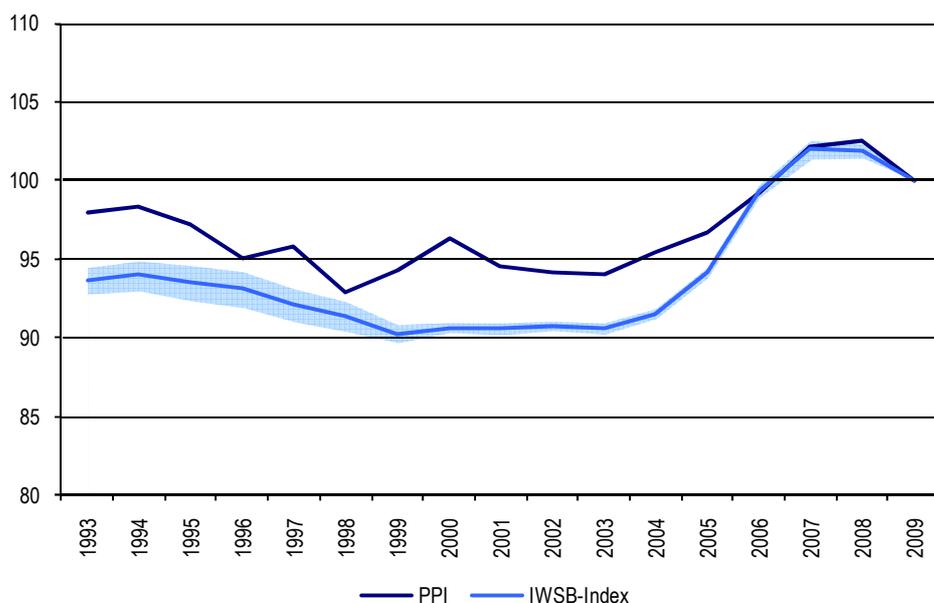


Abbildung 25: Sensitivitätsanalyse IWSB-Index Unterwerke NE 4

### 5.5 Transformatorenstationen

Die Transformatorenstationen erfüllen im Schweizer Stromnetz die wichtige Aufgabe der Transformierung der Elektrizität des regionalen Verteilnetzes zwischen Mittelspannung und Niederspannung. Eine Transformatorenstation gehört gemäss dem Netzebenenmodell des VSE / AES zur Netzebene 6. Transformatorenstationen bestehen in den meisten Fällen aus einem Gebäude, dem Transformator, den Schaltanlagen und der Verteilung. Wurden früher noch grössere Gebäude gebaut und im Anschluss mit den notwendigen Komponenten bestückt, werden heute meist standardisierte, sehr kompakte Transformatorenstationen verbaut.

Auch bei den Transformatorenstationen besteht das Problem, dass der IWSB-Index auf Grund der fehlenden Subindizes des GPI erst ab dem Jahr 1993 entwickelt werden kann. Zur Indexierung der Komponenten wurden dieselben Indizes und Subindizes wie bei den Unterwerken verwendet. Im Kontrast zu Unterwerken sind Transformatorenstationen jedoch viel kompakter. Der Transformator und die Schaltanlagen finden alle in einem kleineren Gebäude Platz, wodurch die absoluten Baukosten einer solchen Station viel geringer ausfallen als beim Bau eines grossen Unterwerkes. Auch die relativen Kostenanteile der Komponenten unterscheiden sich stark von denen eines Unterwerkes.

Den grössten Anteil beim Bau einer Transformatorenstation macht das Gebäude aus. Diese Komponente wird mit dem Index Zürcher Baukostenindex (Rohbau), und ab dem Jahr 1998 mit dem Schweizer Baupreisindex indexiert. Weitere wichtige Komponenten sind die Elektrotechnik und der Transformator. Unter der Komponente Elektrotechnik sind Schaltanlagen, sowie weitere elektrotechnische Elemente zusammengefasst. Für diese Komponente wird der Subindex „Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen“ und für verbaute Kabelleitungen der Subindex „Isolierte, elektrische Leiter und Kabel“ verwendet. Die Preisentwicklung der Transformatoren wurde mit dem

Subindex „Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren“ abgebildet. Für Montage, Projektierung und andere Arbeiten wurde der Lohnindex bzw. ab 1998 die spezifischeren Subindizes Lohn Baugewerbe und Lohn Elektrotechnik.

Abbildung 26 zeigt den IWSB-Index Transformatorstationen NE 6. Der Verlauf des Index zeigt, dass das Preisniveau von Transformatorstationen von 1993 bis 2004 sehr konstant geblieben ist. Danach fand eine Erhöhung der Preise statt. Im letzten Jahr ist wieder ein leichtes Absinken der Preise feststellbar.

Wird der IWSB-Index mit dem PPI verglichen, so fällt eine ähnliche Entwicklung auf. Der IWSB-Index Transformatorstationen NE 6 verläuft jedoch unterhalb des PPI und der Indexwert im Jahre 1993 liegt mit 92.1 tiefer als jener des PPI (98.0). Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1993 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 0.5% und beim PPI bei 0.1%. Vergleicht man zudem den Verlauf des Index für Transformatorstationen mit jenem der Unterwerke, so fällt der etwas weniger stark ausgeprägte Preisrückgang bis ins Jahr 2000 bei den Transformatorstationen auf.

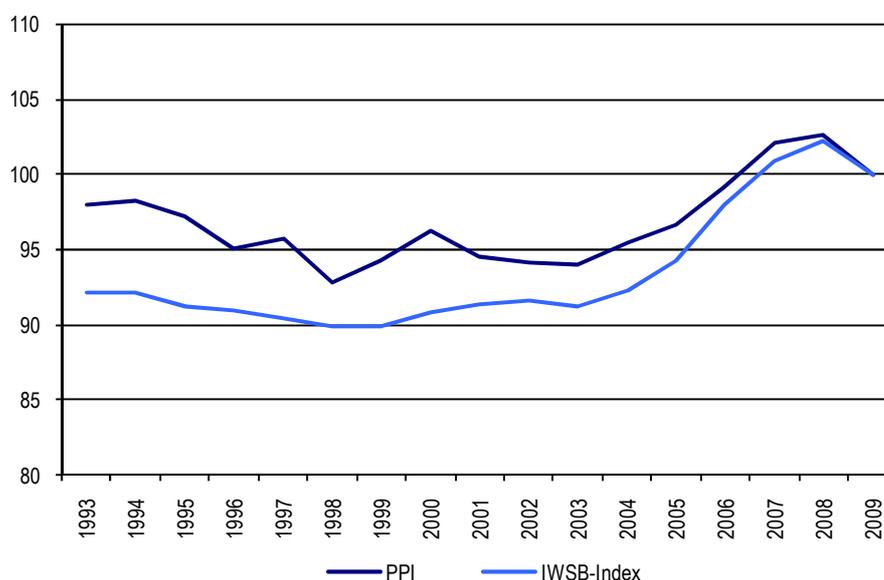


Abbildung 26: IWSB-Index Transformatorstationen

### Sensitivitätsanalyse

Da einerseits die Abrechnungen der Transformatorstationen weniger grosse Unterschiede aufweisen als diejenige der Unterwerke und andererseits sehr viel mehr Abrechnungen bei den Transformatorstationen zur Verfügung standen, wurde bei der Sensitivitätsanalyse die gleiche Methodik wie bei den Kabel- und Freileitungen angewandt. Wiederum soll die Sensitivitätsanalyse aufzeigen, wie stark der Index auf verschiedene Spezifikationen der Warenkorbgewichtung und der Indexierung reagiert.

Abbildung 27 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Index für verschiedene Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. Im Jahre 1993 liegt das Intervall zwischen 90 und 93 Prozentpunkten und der Wert des PPI mit 98.0 klar oberhalb des Intervalls. Das Intervall bleibt über den ganzen Zeitraum sehr eng. Im Gegensatz zu den IWSB-Indizes für die Unterwerke verläuft das Intervall nun klar unterhalb des PPI. Es kommt zu keinen Überschneidungen während den 1990er-Jahren.

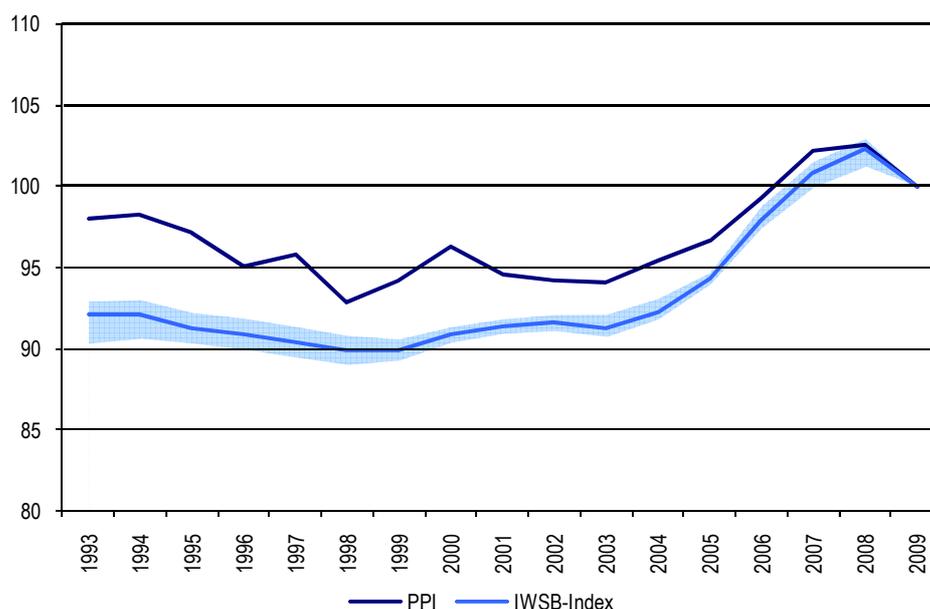


Abbildung 27: Sensitivitätsanalyse IWSB-Index Transformatorstationen

### 5.6 Probleme bei der Indexierung von technologieintensiven Komponenten

Fortschritte bei der Herstellung von Komponenten des elektrischen Netzes stellen für die Preisindexierung kein Problem dar, sofern die Preise der fertigen Komponenten zur Verfügung stehen. Ist beispielsweise die Preisentwicklung von Schaltanlagen bekannt, sind damit die Produktivitätsfortschritte bereits enthalten. Bei der Indexierung dieser Komponente kann dann auf diese Preisentwicklung der fertigen Komponenten zurückgegriffen werden.

Die Produzentenpreise für Komponenten der Frei- und Kabelleitungen (beispielsweise für Masten) können zwar auch nicht direkt durch einen Subindex abgedeckt werden (es gibt keinen „Mastindex“), jedoch bestehen die Komponenten dieser Anlageklassen zu einem sehr grossen Teil aus Materialien, für welche Preisindizes offiziell ausgewiesen sind. Beispielsweise wird im Rahmen des PPI bzw. GPI der Subindex „Stahlguss“ ausgewiesen, der für die Stahlmasten verwendet werden kann.<sup>11</sup>

Die Preisentwicklung von (Haupt-)Komponenten von Unterwerken oder Transformatorstationen können jedoch nicht mittels der Preisentwicklungen der bei deren Produktion verwendeten Materialien abgebildet werden. Beispielsweise wird eine gasisolierte Schaltanlage (GIS-Schaltanlage) zwar auch vorwiegend aus verschiedenen Metallen, anderen Materialien sowie Arbeitseinsatz produziert. Die Preisentwicklungen dieser Elemente, beispielsweise abgebildet durch die entsprechenden Material- und Lohnindizes, oder ein entsprechend gewichteter Durchschnitt dieser Preisindizes, würde jedoch mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit nicht der Preisentwicklung einer GIS-Schaltanlage entsprechen. Der Grund dafür liegt darin, dass in der Vergangenheit grosse Fortschritte bei der Produktion der Schaltanlagen gemacht worden sind. Durch Automatisierungen konnten erhebliche Arbeitskosten sowie dank verbesserten Produktionsmethoden sehr viel Material eingespart werden, wie dies in diversen Gesprächen mit Branchenexperten klar zum Ausdruck kam.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Dieses Argument basiert auf der Annahme, dass bei der Produktion von Stahlmasten der Stahlguss die wichtigste Kostenkomponente ist, und dass Arbeits- oder Kapitaleinsatz weniger bedeutend sind. Dies im Gegensatz zu Komponenten mit hohen technologischen Anforderungen wie es beispielsweise die Komponenten der Elektrotechnik (z.B. Schaltfelder) sind.

<sup>12</sup> Mit Experten für die Produktion von Schaltanlagen, Transformatoren sowie Sekundärtechnik konnten im Rahmen der Studie Gespräche geführt werden.

Könnten diese Einsparungen klar quantifiziert werden, wäre eine Verwendung von Material- und Lohnindizes für die Indexierung möglich. Die Entwicklung der Produktivitätsfortschritte müssten also bekannt sein, um damit die Preisentwicklung des Warenkorbs, welcher auf den Preisentwicklungen der in der Produktion verwendeten Elementen basiert, zu korrigieren könnte.

Leider ist diese Produktivitätsentwicklung unbekannt – es bestehen zudem keine offiziell ausgewiesenen Indizes, welche diese abbilden. Wie in Kapitel 4 argumentiert wird, ist auch die Korrektur mittels des Index der Arbeitsproduktivität für die gesamte Schweiz nicht angebracht. Dieser berücksichtigt keine sektorspezifischen Eigenheiten. Gerade im Falle von Schaltanlagen, Transformatoren und der Sekundärtechnik sind jedoch bedeutende Produktivitätsveränderungen zu erwarten. Ein solches Vorgehen einer *indirekten* Indexierung dieser Komponenten durch Material- und Lohnindizes, wäre demnach höchst unseriös.

Eine mögliche Lösung wäre eine *direkte* Indexierung dieser Komponenten mittels repräsentativen Preisentwicklungen. Dafür müssten eigene Indizes für Schaltanlagen, Transformatoren sowie die Sekundärtechnik vor 1993 erstellt werden.

Diese Indizes könnten mithilfe von historischen Listenpreisen der Produzenten konstruiert werden, wobei das Vorgehen analog zum jenen vom BFS wäre. Auch im Rahmen der Konstruktion des PPI werden Preise von Produzenten dazu verwendet, in einem ersten Schritt Elementarindizes und in einem zweiten Schritt die Indexpositionen des PPI zu berechnen. Trotz mehrmaliger Nachfrage der Verfasser vorliegender Studie bei den Herstellern ist es nicht gelungen, solche Preislisten zu erhalten.

Beim Vorliegen solcher Preislisten könnten vor allem für die Transformatoren und die Schaltanlagen eigene Subindizes hergestellt werden, da diese Komponenten bzw. ihre Funktionen am ehesten über die Zeit vergleichbar sind. Bei der Sekundärtechnik waren die Fortschritte in der Produktion und die Änderungen bei der technischen Ausgestaltung und der Funktion der Komponenten wohl am stärksten, weshalb die Erfassung von „Qualitätsänderungen“ bei der Sekundärtechnik noch eine zusätzliche Herausforderung wäre. Heutige Geräte sind kleiner und verfügen über mehr Funktionen, als die Sekundärtechnik vergangener Jahrzehnte. Wurden in den 1960er-Jahren noch rein mechanische Geräte verwendet, kamen in den 1980er-Jahren elektromechanische Geräte auf, welche wiederum in den 1990er-Jahren von elektronischen (rein digitalen) Geräten nach und nach abgelöst wurden. Die Geräte sind daher schwierig über die Zeit zu vergleichen.

Durch eine entsprechende Verkettung von Indizes, die auf solchen Preislisten basieren, sollte es aber auch in diesem Bereich möglich sein, eine repräsentative Preisentwicklung bis zurück in die 1960er-Jahre oder zumindest in die 1970er-Jahre zu konstruieren

Grundsätzlich könnte die relativ geringe Anzahl Produzenten die Beschaffung solcher Preislisten erleichtern – auch weil dieser Markt über die Jahre von wenigen, grossen Produzenten geprägt wurde, deren Produkte teilweise standardmässig zum Einsatz kamen.

## 6 Aktualisierung des IWSB-Hösple-Index

In der 2008 erstellten Vorgängerstudie wurde der IWSB-Hösple-Index nur bis zum Jahr 2002 ausgewiesen. Da für die in der vorliegenden Studie konstruierten IWSB-Indizes nun das Jahr 2009 als Basisjahr gewählt wurde, kann auch der IWSB-Hösple-Index bis ins Jahr 2009 konstruiert werden. Zudem kann der IWSB-Hösple-Index bis ins Jahr 1963 zurückkonstruiert werden. Damit steht erstens der IWSB-Hösple-Index für einen längeren Zeitraum zur Verfügung und zweitens ist die Vergleichbarkeit mit den in der vorliegenden Studie konstruierten Indizes gegeben.

Der Grund für die Verbesserungen des IWSB-Hösple-Index ist die seit der letzten Studie erweiterte Datenlage der Subindizes des GPI. Gewisse Indizes des BFS waren im Jahre 2008 noch nicht digitalisiert vorhanden. Dies führte dazu, dass einige Reihen – wie beispielsweise diejenige des „Aluminiumhalbzeugs“ – unterbrochen wurden und für gewisse Perioden durch breitere Indizes („Metall“) ersetzt werden mussten.

Eine weitere Änderung betrifft die Indexierung der Fundamente. Diese wurde in der Vorgängerstudie ausschliesslich mit Beton vorgenommen, was nun geändert und die aus heutiger Sicht sinnvollere Indexierung durch den Baukostenindex gewählt wurde. Die Qualität des IWSB-Hörsple-Index wurde durch diese Anpassungen verbessert.

Abbildung 28 zeigt den aktualisierten IWSB-Hörsple-Index. Im Vergleich zum ursprünglichen Index führten die Anpassungen nur zu geringen Veränderungen. Im Grossen und Ganzen verläuft der aktualisierte Index identisch wie der ursprüngliche Index.<sup>13</sup> Eine entsprechende Abbildung ist im Anhang (A.5) ersichtlich.

Vergleicht man den aktualisierten IWSB-Hörsple-Index mit dem PPI, so fällt die stärkere Teuerung auf – der IWSB-Hörsple-Index verläuft deutlich tiefer als der PPI. Im Jahre 1963 liegt der er Indexwert von 31.9 tiefer als jener des PPI (53.4). Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Hörsple-Index bei 2.5% und beim PPI bei 1.4%.

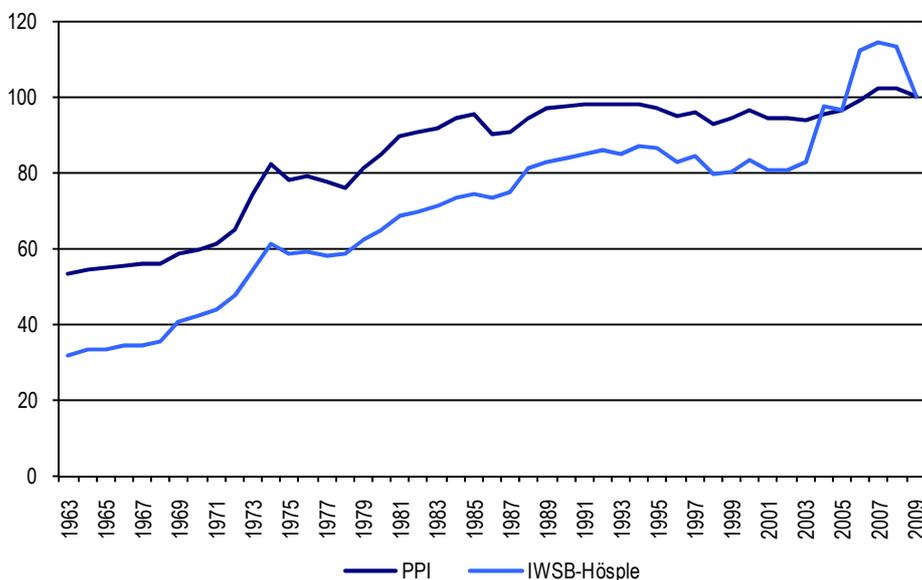


Abbildung 28: IWSB-Hörsple-Index (2009=100)

### Sensitivitätsanalyse

Abbildung 29 zeigt das Intervall, welches den IWSB-Hörsple-Index für verschiedene Spezifikationen der Sensitivitätsanalyse abbildet. Im Jahre 1963 liegt das Intervall zwischen 30 und 33 Prozentpunkten. Das Intervall ist dabei sehr eng. Im Jahre 1963 liegt der Wert des PPI mit 53.4 deutlich oberhalb des Intervalls, wie auch in den Jahren zuvor.

<sup>13</sup> Wählt man als Basisjahr das Jahr 2002, so entwickelt sich der aktualisierte IWSB-Hörsple-Index bis zurück zum Jahr 1965 auf den Wert 41.5. Der ursprüngliche Index wies in diesem Jahr den Wert 43.4 aus. Die durchschnittliche jährliche Teuerung beträgt beim aktualisierten IWSB-Hörsple-Index 2.4%, während jene des ursprünglichen Index bei 2.3% lag.

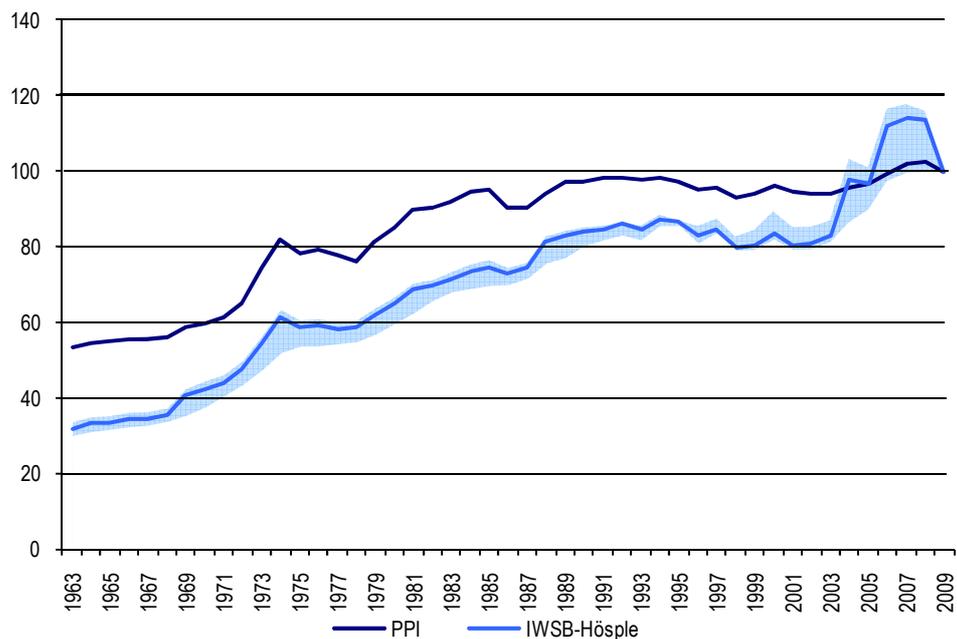


Abbildung 29: IWSB-Hörsple-Index (2009=100)

## 7 Übersicht der Preisentwicklungen

In der vorliegenden Studie wurden für die Komponenten des schweizerischen elektrischen Netzes repräsentative Preisindizes konstruiert. Diese erweisen sich auf Grund einer durchgeführten, grosszügigen Sensitivitätsanalyse als weitgehend stabil. Teilweise bestehen hinsichtlich Preisentwicklung über die Jahre jedoch erhebliche Unterschiede zum PPI. Im Folgenden sind die durchschnittlichen Entwicklungen der zehn konstruierten Indexreihen kurz zusammengefasst.

### 1. Preisentwicklung Freileitung Hochspannung (NE 3): IWSB-Freileitung HS

Der IWSB-Index Freileitung HS verläuft deutlich tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 26.6, derjenige des PPI bei 53.4. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 2.9%, jene des PPI über diese Periode ist mit 1.4% etwa halb so gross.

### 2. Preisentwicklung Freileitung Mittelspannung (NE 5): IWSB-Freileitung MS

Wie bei der Hochspannung ist auch im Bereich der Mittelspannung die Kostenentwicklung des IWSB-Index stärker als beim PPI – der IWSB-Index Freileitung MS verläuft deutlich tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 26.4, derjenige des PPI wie erwähnt bei 53.4. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 2.9%.

### 3. Preisentwicklung Freileitung Niederspannung (NE 7): IWSB-Freileitung NS

Die mittels dem IWSB-Index abgebildete Kostenentwicklung im Bereich Niederspannung ist etwas schwächer als jene der IWSB-Mittel- und Hochspannungsindizes, jedoch nach wie vor stärker als die Kostenentwicklung des PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 30.2. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 2.6%.

4. *Preisentwicklung Kabelleitung Hochspannung (NE 3): IWSB-Kabelleitung HS*

Die Indizes IWSB-Kabelleitung HS und der PPI schneiden sich über die Zeitperiode immer wieder, der IWSB-Index Kabelleitung HS verläuft jedoch meistens tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 39.6, derjenige des PPI wiederum bei 53.4. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index bei 2.0%.

5. *Preisentwicklung Kabelleitung Mittelspannung (NE 5): IWSB-Kabelleitung MS*

Wie bei der Hochspannung schneiden sich auch im Bereich der Mittelspannung die Indizes IWSB-Kabelleitung HS und der PPI über die Zeitperiode immer wieder. Die Kostenentwicklung des IWSB-Index ist jedoch ebenfalls stärker als beim PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 39.7. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt damit beim IWSB-Index bei 2.0%.

6. *Preisentwicklung Kabelleitung Niederspannung (NE 7): IWSB-Kabelleitung NS*

Der IWSB-Index Kabelleitung NS verläuft tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 31.7. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index damit bei 2.5%.

7. *Preisentwicklung Rohranlagen-Trassees MS und NS: IWSB-Rohranlagen MS/NS*

Der IWSB-Index Rohranlagen MS/NS verläuft deutlich tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1963 bei 28.9. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1963 und 2009 liegt beim IWSB-Index damit bei 2.7%.

8. *Preisentwicklung Unterwerke NE 2: IWSB-Unterwerke NE 2*

Der IWSB-Index Unterwerke NE 2 verläuft tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1993 bei 94.2, jener des PPI bei 98.0. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1993 und 2009 liegt beim IWSB-Index damit bei 0.4% und beim PPI bei 0.1%.

9. *Preisentwicklung Unterwerke NE 4: IWSB-Unterwerke NE 4*

Der IWSB-Index Unterwerke NE 4 verläuft tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1993 bei 93.7. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1993 und 2009 liegt beim IWSB-Index damit bei 0.4%.

10. *Preisentwicklung Transformatorstation NE 6: IWSB-Transformatorstation NE 6*

Der IWSB-Index Transformatorstation NE 6 verläuft tiefer als der PPI. Der rückindexierte Wert (2009=100) mittels des IWSB-Index liegt im Jahre 1993 bei 92.1. Die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen 1993 und 2009 liegt beim IWSB-Index damit bei 0.5%.

## 8 Quellen- und Literaturverzeichnis

- (BFS 2010a) Produzenten- und Importpreisindex,  
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/05/04.html>, letztmals besucht am 14.4.2010
- (BFS 2010b) Landesindex der Konsumentenpreise,  
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/05/02.html>, letztmals besucht am 14.4.2010
- (BFS 2010c) Schweizerischer Lohnindex,  
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/03/04/blank/data/02.html>, letztmals besucht am 14.4.2010
- (BFS 2010d) Schweizerischer Baupreisindex,  
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/05/05.html>, letztmals besucht am 14.4.2010
- (Brachinger et al. 1999) „Revision Landesindex: Expertise zur Relevanz des ‚Boskin-Report‘ für den schweizerischen Landesindex der Konsumentenpreise“, Hans Wolfgang Brachinger, Bernd Schips, und Winfried Stier, 1999
- (Comtrade 2010) UNcomtrade, <http://comtrade.un.org/db/>, letztmals besucht am 7.4.2010
- (IWSB 2008) Rückindexierung bei Höchstspannungsleitungen in der Schweiz, Institut für Wirtschaftsstudien Basel GmbH, 2008
- (OECD 2010) OECD.StatExtracts, <http://stats.oecd.org/Index.aspx>, letztmals besucht am 7.4.2010
- (SAKZ 2010) Zürcher Index der Wohnbaupreise,  
<http://www.statistik.zh.ch/themen/wohnbauindex.php>, letztmals besucht am 14.4.2010
- (SDSB 2010) Der Berner Index der Wohnbaukosten,  
[http://www.bern.ch/leben\\_in\\_bern/stadt/statistik/wirtschaft/preise](http://www.bern.ch/leben_in_bern/stadt/statistik/wirtschaft/preise), letztmals besucht am 14.4.2010
- (VSE 2009a) Marktmodell für die elektrische Energie – Schweiz, MMEE – CH, VSE / AES, Ausgabe 2009
- (VSE 2009b) Netznutzungsmodell für das Schweizerische Verteilnetz, NNMV – CH, VSE / AES, Ausgabe 2009
- (Zollverwaltung 2010) Aussenhandelsindizes  
<http://www.ezv.admin.ch/themen/00504/01531/index.html?lang=de>, letztmals besucht am 7.4.2010

## Anhang

### A.1 Warenkörbe für die verschiedenen Netzkomponenten

#### A.1.1 Freileitung

##### Netzebene 1: IWSB-Hörsple-Index

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Fundamente	17%	15%	16%	16%	16%	16%	16%
Masten	31%	32%	28%	28%	28%	28%	28%
Seil	21%	18%	15%	15%	15%	15%	15%
Erdung	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Armaturen	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Isolation	6%	8%	7%	7%	7%	7%	7%
<b>Total Material</b>	<b>79%</b>	<b>77%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>
Montage, Transport, Erschliessung	10%	13%	17%	17%	17%	17%	17%
Projektierung	7%	7%	6%	6%	6%	6%	6%
<b>Total Arbeit</b>	<b>17%</b>	<b>20%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>
Durchleitungsrechte	4%	3%	7%	7%	7%	7%	7%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

##### Netzebene 3

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Fundamente	12%	12%	21%	21%	21%	21%	21%
Masten	20%	20%	28%	28%	28%	28%	28%
Seil	23%	23%	8%	8%	8%	8%	8%
Erdung	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Armaturen	3%	3%	1%	1%	1%	1%	1%
Isolation	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%
<b>Total Material</b>	<b>64%</b>	<b>64%</b>	<b>62%</b>	<b>62%</b>	<b>62%</b>	<b>62%</b>	<b>62%</b>
Montage, Transport, Erschliessung	18%	18%	20%	20%	20%	20%	20%
Projektierung	10%	10%	12%	12%	12%	12%	12%
<b>Total Arbeit</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>
Durchleitungsrechte	8%	8%	6%	6%	6%	6%	6%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

##### Netzebene 5

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Fundamente	8%	8%	12%	24%	24%	24%	24%
Masten	20%	20%	20%	25%	25%	25%	25%
Seil	10%	10%	10%	12%	12%	12%	12%
Erdung	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Isolation	10%	10%	7%	5%	5%	5%	5%
Freileitungsschalter	10%	10%	7%	3%	3%	3%	3%
<b>Total Material</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>	<b>58%</b>	<b>71%</b>	<b>71%</b>	<b>71%</b>	<b>71%</b>
Montage, Transport, Erschliessung	24%	24%	26%	18%	18%	18%	18%
Projektierung	8%	8%	8%	6%	6%	6%	6%
<b>Total Arbeit</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>34%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>
Durchleitungsrechte	8%	8%	8%	5%	5%	5%	5%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

### Netzebene 7

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Fundamente	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Masten	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
Seil	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Erdung	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Isolation	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%
<b>Total Material</b>	<b>57%</b>						
Montage, Transport, Erschliessung	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%
<b>Total Arbeit</b>	<b>38%</b>						
Durchleitungsrechte	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

### A.1.2 Kabelleitung

#### Netzebene 3

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Rohrblock/Muffenschächte	30%	30%	39%	39%	39%	39%	39%
Kabel	48%	48%	44%	44%	44%	44%	40%
Muffen/Verschlüsse/Trennstellen	7%	7%	5%	5%	5%	5%	5%
<b>Total Material</b>	<b>85%</b>	<b>85%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>84%</b>
Montage, Transport, Erschliessung, Tiefbau	10%	10%	8%	8%	8%	8%	10%
Projektierung	5%	5%	4%	4%	4%	4%	6%
<b>Total Arbeit</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>16%</b>
Durchleitungsrechte	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

#### Netzebene 5

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Rohrblock/Muffenschächte	20%	24%	25%	25%	25%	25%	25%
Kabel	55%	50%	45%	45%	45%	45%	35%
Muffen/Verschlüsse/Trennstellen	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
<b>Total Material</b>	<b>83%</b>	<b>82%</b>	<b>78%</b>	<b>78%</b>	<b>78%</b>	<b>78%</b>	<b>68%</b>
Montage, Transport, Erschliessung, Tiefbau	10%	11%	12%	12%	12%	12%	12%
Projektierung	6%	6%	8%	8%	8%	8%	8%
<b>Total Arbeit</b>	<b>16%</b>	<b>17%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>
Durchleitungsrechte	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

#### Netzebene 7

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
Rohrblock/Muffenschächte/Schutzrohre	35%	43%	43%	43%	43%	43%	43%
Kabel	35%	29%	29%	24%	24%	24%	19%
Hausanschlusskästen	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Muffen/Verschlüsse/Trennstellen	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
<b>Total Material</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>	<b>70%</b>
Montage, Transport, Erschliessung, Tiefbau	14%	14%	14%	18%	18%	18%	22%
Projektierung	4%	4%	4%	5%	5%	5%	6%
<b>Total Arbeit</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>28%</b>
Durchleitungsrechte	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>						

### A.1.3 Unterwerke

#### Netzebene 2

	1993	1998	2000
<b>Gebäude</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Montage	4%	4%	4%
Tiefbau	2%	2%	2%
Elektrotechnik	30%	30%	30%
Kabel	4%	4%	4%
<b>Total Schaltanlage</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>
Montage	3%	3%	3%
Tiefbau	2%	2%	2%
Elektrotechnik	20%	20%	20%
<b>Total Transformation</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>
Montage	2%	2%	2%
Elektrotechnik	12%	12%	12%
Kabel	1%	1%	1%
<b>Total Sekundärtechnik</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Projektierung	5%	5%	5%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

#### Netzebene 4

	1993	1998	2000
<b>Gebäude</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>
Montage	4%	4%	4%
Tiefbau	3%	3%	3%
Elektrotechnik	32%	32%	32%
Kabel	6%	6%	6%
<b>Total Schaltanlage</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>
Montage	2%	2%	2%
Tiefbau	1%	1%	2%
Elektrotechnik	12%	12%	16%
<b>Total Transformation</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
Montage	2%	2%	2%
Elektrotechnik	12%	12%	12%
Kabel	1%	1%	1%
<b>Total Sekundärtechnik</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Projektierung	5%	5%	5%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### A.1.4 Transformatorstationen

	1993	1998	2000
Fundamente	3%	3%	3%
Gebäude	31%	31%	31%
Elektrotechnik (ohne Trafo)	28%	28%	28%
Transformator	19%	19%	19%
<b>Total Material</b>	<b>81%</b>	<b>81%</b>	<b>81%</b>
Montage, Transport, Erschliessung	11%	11%	11%
Projektierung	4%	4%	4%
<b>Total Arbeit</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Durchleitungsrechte	4%	4%	4%
<b>Gesamttotal</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

## A.2 Indexierung der verschiedenen Warenkorbkomponenten

### A.2.1 Freileitung

#### Netzebene 1: IWSB-Höspfle-Index

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Fundamente:</b>	<b>17%</b>	<b>15%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Masten:</b>	<b>31%</b>	<b>32%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>
Index Beton	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Index Eisen- und Stahl	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>Seil:</b>	<b>21%</b>	<b>18%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Erdung:</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Armaturen:</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>
Index Eisen- und Stahl	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Isolation:</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>
Index Industriekeramik	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Index Kunststoff	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>17%</b>	<b>20%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%

#### Netzebene 3

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Fundamente:</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>21%</b>	<b>21%</b>	<b>21%</b>	<b>21%</b>	<b>21%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Masten:</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>
Index Bauholz	10%	10%	0%	0%	0%	0%	0%
Index Beton	75%	75%	80%	80%	80%	80%	80%
Index Eisen- und Stahl	15%	15%	20%	20%	20%	20%	20%
<b>Seil:</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	90%	95%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Buntmetall-Halbzeug	10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Erdung:</b>	<b>2%</b>						
Index Aluminiumhalbzeug	90%	95%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Buntmetall-Halbzeug	10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Armaturen:</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>
Index Eisen- und Stahl	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Isolation:</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>
Index Industriekeramik	100%	100%	100%	65%	65%	65%	0%
Index Kunststoffe	0%	0%	0%	35%	35%	35%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%

## Netzebene 5

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Fundamente:</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Masten:</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>
Index Bauholz	70%	70%	70%	55%	55%	55%	30%
Index Beton	25%	25%	25%	35%	35%	35%	45%
Index Eisen- und Stahl	5%	5%	5%	10%	10%	10%	25%
<b>Seil:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	25%	25%	25%	30%	0%	0%	0%
Index Buntmetall-Halbzeug	75%	75%	75%	70%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Erdung:</b>	<b>2%</b>						
Index Aluminiumhalbzeug	25%	25%	25%	30%	0%	0%	0%
Index Buntmetall-Halbzeug	75%	75%	75%	70%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Isolation:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
Index Industriekeramik	100%	100%	100%	65%	65%	65%	0%
Index Kunststoffe	0%	0%	0%	35%	35%	35%	100%
<b>Freileitungsschalter:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>
Index Eisen und Stahl	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%
Index Elektrizitätsverteilungs-, Schalteinrichtungen	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Index Lohn total	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%
<b>Arbeit:</b>	<b>32%</b>	<b>32%</b>	<b>34%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%

## Netzebene 7

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Fundamente:</b>	<b>5%</b>						
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Masten:</b>	<b>9%</b>						
Index Bauholz	100%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Index Beton	0%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
Index Eisen- und Stahl	0%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
<b>Seil:</b>	<b>30%</b>						
Index Aluminiumhalbzeug	10%	10%	10%	20%	0%	0%	0%
Index Buntmetall-Halbzeug	90%	90%	90%	80%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Erdung:</b>	<b>2%</b>						
Index Aluminiumhalbzeug	10%	10%	10%	20%	0%	0%	0%
Index Buntmetall-Halbzeug	90%	90%	90%	80%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter u. Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Isolation:</b>	<b>11%</b>						
Index Industriekeramik	100%	100%	100%	65%	65%	65%	0%
Index Kunststoffe	0%	0%	0%	35%	35%	35%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>38%</b>						
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%

## A.2.2 Kabelleitung

### Netzebene 3

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Rohrblock:</b>	<b>30%</b>	<b>30%</b>	<b>39%</b>	<b>39%</b>	<b>39%</b>	<b>39%</b>	<b>39%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Kabel:</b>	<b>48%</b>	<b>48%</b>	<b>44%</b>	<b>44%</b>	<b>44%</b>	<b>44%</b>	<b>40%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%
Index Buntmetallhalbzeug	100%	100%	100%	95%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Muffen/Verschlüsse/Trennstellen:</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
Index Eisen und Stahl	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>16%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%

### Netzebene 5

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Rohrblock:</b>	<b>20%</b>	<b>24%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Kabel:</b>	<b>55%</b>	<b>50%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>35%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Index Buntmetallhalbzeug	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Muffen/Verschlüsse/Trennstellen:</b>	<b>8%</b>						
Index Eisen und Stahl	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>16%</b>	<b>17%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%

### Netzebene 7

	1960	1970	1980	1990	1993	1998	2000
<b>Rohrblock:</b>	<b>35%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Kabelleitung:</b>	<b>35%</b>	<b>29%</b>	<b>29%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>19%</b>
Index Aluminiumhalbzeug	0%	0%	5%	40%	0%	0%	0%
Index Buntmetallhalbzeug	100%	100%	95%	60%	0%	0%	0%
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
<b>Hausanschlusskästen:</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>
Index Elektr. verteilungs-, Schalteinrichtungen	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Index Eisen und Stahl	20%	20%	20%	20%	0%	0%	0%
Index Lohn total	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%
Index Kunststoff	10%	10%	10%	10%	0%	0%	0%
Index Industrikeramik	10%	10%	10%	10%	0%	0%	0%
Index Aluminiumhalbzeug	5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%
Index Buntmetallhalbzeug	5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%
<b>Muffen/Verschlüsse/Trennstellen:</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>
Index Eisen und Stahl	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>28%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Index Lohn Baugewerbe	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%

## A.2.3 Unterwerke

### Netzebene 2

	1993	1998	2000
<b>Gebäude:</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Total)	0%	100%	100%
<b>Schaltanlage:</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>
<b>davon Elektrotechnik:</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>
Index Elektrizitätsverteilungs- Schalteinrichtungen	100%	100%	100%
<b>davon Montage:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Lohn Bau	50%	50%	50%
Index Lohn Elektro	50%	50%	50%
<b>davon Tiefbau:</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	100%	100%
<b>davon Kabel:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	100%	100%	100%
<b>Transformation:</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>
<b>davon Elektrotechnik:</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
Index Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	100%	100%	100%
<b>davon Montage:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Lohn Bau	50%	50%	50%
Index Lohn Elektro	50%	50%	50%
<b>davon Tiefbau:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	100%	100%
<b>Sekundärtechnik:</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
<b>davon Elektrotechnik:</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
Index Elektrische Maschinen und Apparate	100%	100%	100%
<b>davon Montage:</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>
Index Lohn Bau	50%	50%	50%
Index Lohn Elektro	50%	50%	50%
<b>davon Kabel:</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	100%	100%	100%
<b>Projektierung:</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%

## Netzebene 4

	1993	1998	2000
<b>Gebäude</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Total)	0%	100%	100%
<b>Schaltanlage</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>
<b>davon Elektrotechnik:</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>
Index Elektrizitätsverteilungs-. Schalteinrichtungen	100%	100%	100%
<b>davon Montage:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Lohn Bau	50%	50%	50%
Index Lohn Elektro	50%	50%	50%
<b>davon Tiefbau:</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	100%	100%
<b>davon Kabel:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	100%	100%	100%
<b>Transformation</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
<b>davon Elektrotechnik:</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
Index Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	100%	100%	100%
<b>davon Montage:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Lohn Bau	50%	50%	50%
Index Lohn Elektro	50%	50%	50%
<b>davon Tiefbau:</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	100%	100%
<b>Sekundärtechnik</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
<b>davon Elektrotechnik:</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
Index Elektrische Maschinen und Apparate	100%	100%	100%
<b>davon Montage:</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>
Index Lohn Bau	50%	50%	50%
Index Lohn Elektro	50%	50%	50%
<b>davon Kabel:</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>
Index Isol. Elektr. Leiter und Kabel	100%	100%	100%
<b>Projektierung</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
Index Lohn total	100%	100%	100%

### A.2.4 Transformatorstationen

	1993	1998	2000
<b>Fundamente :</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Tiefbau)	0%	100%	100%
<b>Gebäude:</b>	<b>31%</b>	<b>31%</b>	<b>31%</b>
Index Zürcher Baukosten (Rohbau)	100%	0%	0%
Index Schweizer Baukosten (Total)	0%	100%	100%
<b>Elektrotechnik:</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>
Index Elektrizitätsverteilungs-. Schalteinrichtungen	100%	100%	100%
<b>Transformator:</b>	<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>19%</b>
Index Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	100%	100%	100%
<b>Arbeit:</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
Index Lohn Baugewerbe	100%	100%	100%

## A.3 Indexreihen

### A.3.1 Indexreihen der Frei- und Kabelleitungen und der Trasses

Jahr	PPI	Höspile	Frei HS	Frei MS	Frei NS	Kabel HS	Kabel MS	Kabel NS	Trasses
1963	53.4	31.9	26.6	26.4	30.2	39.6	39.7	31.7	28.9
1964	54.3	33.2	28.0	28.5	35.0	48.7	49.8	37.7	31.4
1965	54.9	33.6	28.8	29.4	36.4	50.2	51.3	39.0	32.4
1966	55.4	34.4	29.9	31.0	39.9	56.1	58.0	42.9	33.0
1967	55.8	34.6	30.5	31.7	40.5	56.2	57.9	43.3	33.5
1968	56.0	35.6	31.3	32.2	40.5	55.2	56.7	42.9	33.9
1969	58.7	40.6	33.8	35.6	47.1	68.3	71.3	51.5	36.7
1970	60.0	42.5	35.2	36.6	43.2	57.3	57.7	46.0	40.5
1971	61.5	44.2	37.7	39.6	45.7	58.8	58.9	48.9	45.7
1972	65.0	47.9	40.5	42.7	48.7	62.1	61.9	52.6	50.7
1973	74.7	54.3	44.9	49.1	61.5	85.1	86.1	65.9	54.1
1974	82.2	61.2	49.2	53.7	59.7	72.4	72.6	61.4	56.8
1975	78.1	58.9	49.8	54.1	60.4	68.1	68.5	58.9	53.6
1976	79.0	59.1	50.0	54.1	60.7	68.3	68.8	58.8	52.4
1977	77.8	58.4	50.5	54.9	60.4	66.0	66.0	58.6	55.1
1978	75.9	58.8	51.0	56.2	61.3	65.7	65.7	59.1	56.2
1979	81.2	62.1	53.2	58.3	64.6	72.5	72.5	64.0	60.5
1980	84.9	64.9	55.8	61.9	68.2	76.1	75.9	67.8	65.6
1981	89.6	68.7	59.1	65.6	70.1	77.3	76.9	70.1	70.3
1982	90.6	69.7	62.1	67.8	72.3	79.5	78.9	72.8	74.4
1983	91.9	71.5	63.5	68.5	74.1	79.0	79.3	72.1	70.0
1984	94.6	73.4	64.7	70.2	77.2	82.7	83.5	74.6	69.9
1985	95.3	74.6	65.6	71.1	76.5	80.0	80.8	73.7	71.3
1986	90.3	73.2	66.3	71.4	74.3	75.5	75.8	71.8	73.8
1987	90.6	74.8	67.8	74.1	81.8	87.0	87.7	78.9	75.1
1988	94.3	81.3	71.5	78.3	89.8	99.4	100.3	87.7	79.7
1989	97.2	82.8	73.4	79.6	87.6	94.8	95.2	86.2	83.3
1990	97.4	84.1	76.8	82.6	88.1	93.6	93.3	87.3	89.6
1991	98.1	84.8	79.9	84.4	88.8	92.9	92.7	88.5	92.1
1992	98.1	86.1	81.5	85.3	91.1	92.2	93.1	87.8	87.3
1993	98.0	84.8	81.8	84.2	88.1	85.8	86.7	85.1	86.1
1994	98.3	87.0	83.1	84.9	88.6	86.5	87.8	85.7	85.8
1995	97.2	86.7	83.7	85.8	89.8	87.1	88.8	85.9	83.7
1996	95.1	82.8	83.0	85.0	89.1	85.4	86.9	84.7	82.8
1997	95.8	84.4	82.5	83.6	86.4	82.6	84.3	83.1	82.2
1998	92.8	80.0	81.2	83.0	86.4	82.0	83.4	82.7	82.2
1999	94.2	80.3	80.7	82.1	82.1	79.2	79.8	82.1	83.2
2000	96.3	83.5	83.4	84.4	83.1	82.0	82.4	85.0	87.6
2001	94.5	80.6	84.7	84.7	82.5	80.8	81.2	85.3	89.7
2002	94.2	80.9	85.0	84.5	82.2	79.1	80.2	84.2	87.0
2003	94.0	82.9	85.6	85.2	82.8	80.0	81.3	85.0	87.4
2004	95.5	97.6	90.5	89.9	84.3	84.6	86.7	89.0	91.4
2005	96.7	96.6	92.2	92.0	89.0	89.5	90.6	91.9	93.2
2006	99.2	112.2	99.2	100.1	99.6	103.4	104.1	100.6	96.9
2007	102.1	114.3	101.3	102.7	102.2	105.8	106.3	103.1	100.2
2008	102.6	113.4	102.4	103.1	99.4	102.4	103.3	102.5	103.5
2009	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

### A.3.2 Indexreihen der Unterwerke und der Transformatorstationen

Jahr	PPI	Unterwerke 2	Unterwerke 4	Transformatorstationen
1993	98.0	94.2	93.7	92.1
1994	98.3	94.3	94.0	92.1
1995	97.2	93.8	93.6	91.3
1996	95.1	93.4	93.2	90.9
1997	95.8	92.5	92.1	90.4
1998	92.8	91.8	91.4	89.9
1999	94.2	90.4	90.2	89.9
2000	96.3	90.5	90.6	90.9
2001	94.5	90.3	90.5	91.4
2002	94.2	90.5	90.7	91.6
2003	94.0	90.3	90.6	91.2
2004	95.5	91.3	91.5	92.2
2005	96.7	94.2	94.2	94.3
2006	99.2	99.4	99.3	97.9
2007	102.1	102.3	102.0	100.9
2008	102.6	102.2	101.9	102.3
2009	100.0	100.0	100.0	100.0

### A.3.3 Indexreihen der Hauptkomponenten der Unterwerke (Netzebenen 2 und 4)

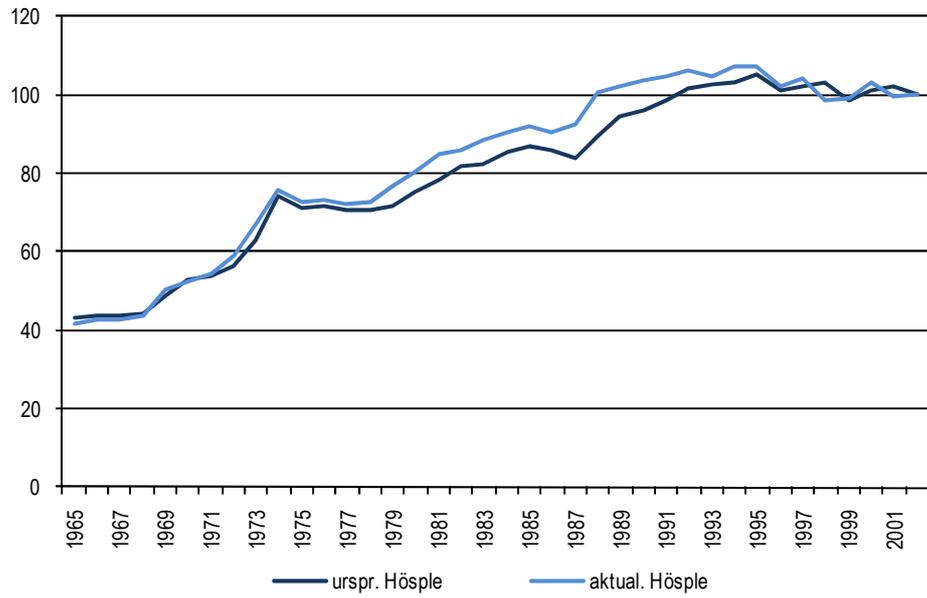
Jahr	Gebäude	Schaltanlagen	Transformation	Sekundärtechnik
1993	82.2	97.6	96.6	96.4
1994	82.0	98.5	95.4	96.8
1995	80.0	98.9	93.8	97.1
1996	79.0	98.6	93.4	96.6
1997	78.6	97.1	93.0	94.8
1998	78.6	95.6	92.9	93.9
1999	83.1	93.1	91.1	90.3
2000	87.6	92.6	90.2	89.5
2001	89.7	92.6	88.2	88.7
2002	87.0	92.9	89.2	89.1
2003	87.4	93.0	88.5	88.7
2004	91.4	93.3	89.8	89.7
2005	93.2	95.1	94.9	93.7
2006	96.9	99.9	101.8	100.8
2007	100.2	101.4	106.5	103.5
2008	103.5	100.8	105.7	101.6
2009	100.0	100.0	100.0	100.0

#### A.4 Expertenaussagen zu den Materialanteilen von wichtigen Komponenten

Es wurde verschiedene Experten befragt. Bei der folgenden Aufstellung der Anteile handelt es sich um ungewichtete Mittelwerte dieser Expertenmeinungen. Die Experten wurden dabei angefragt, die durchschnittlichen Werte für das elektrische Netz der ganzen Schweiz anzugeben. Für die Indexierung der Komponenten (siehe A.2) wurden diese Mittelwert in den meisten Fällen auf 5% Schritte gerundet.

		1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
<b>Freileitung HS - Masten</b>	Holz	9%	7%	0%	0%	0%
	Beton	73%	76%	79%	81%	83%
	Stahl	18%	17%	21%	19%	17%
<b>Freileitung MS - Masten</b>	Holz	68%	68%	67%	53%	27%
	Beton	27%	27%	27%	33%	47%
	Stahl	5%	5%	7%	13%	27%
<b>Freileitung NS - Masten</b>	Holz	100%	97%	97%	97%	93%
	Beton	0%	2%	2%	2%	3%
	Stahl	0%	2%	2%	2%	3%
<b>Freileitung HS - Seile</b>	Aluminiumseile	88%	96%	97%	97%	97%
	Kupferseile	12%	4%	3%	3%	3%
<b>Freileitung MS - Seile</b>	Aluminiumseile	23%	23%	25%	30%	30%
	Kupferseile	77%	77%	75%	70%	70%
<b>Freileitung NS - Seile</b>	Aluminiumseile	7%	7%	7%	17%	17%
	Kupferseile	93%	93%	93%	83%	83%
<b>Freileitung HS - Isolation</b>	Keramikisolatoren	100%	100%	100%	67%	35%
	Kunststoffisolatoren	0%	0%	0%	33%	65%
<b>Freileitung MS - Isolation</b>	Keramikisolatoren	100%	100%	100%	67%	67%
	Kunststoffisolatoren	0%	0%	0%	33%	33%
<b>Freileitung NS - Isolation</b>	Keramikisolatoren	100%	100%	100%	67%	67%
	Kunststoffisolatoren	0%	0%	0%	33%	33%
<b>Kabelleitung - HS - Kabel</b>	Aluminiumkabel	0%	0%	0%	3%	3%
	Kupferkabel	100%	100%	100%	97%	97%
<b>Kabelleitung - MS - Kabel</b>	Aluminiumkabel	0%	0%	0%	0%	20%
	Kupferkabel	100%	100%	100%	100%	80%
<b>Kabelleitung - NS - Kabel</b>	Aluminiumkabel	0%	0%	7%	40%	43%
	Kupferkabel	100%	100%	93%	60%	57%

A.5 Vergleich des ursprünglichen mit dem aktualisierten IWSB-Hörsple-Index





**INSTITUT FÜR  
WIRTSCHAFTSSTUDIEN  
BASEL**

**Institut für Wirtschaftsstudien Basel GmbH**  
Reichensteinerstrasse 5  
Postfach  
CH-4002 Basel  
Telefon +41 (0)61 281 21 21  
[www.wirtschaftsstudien.ch](http://www.wirtschaftsstudien.ch)