

Mit der Unterstützung von:



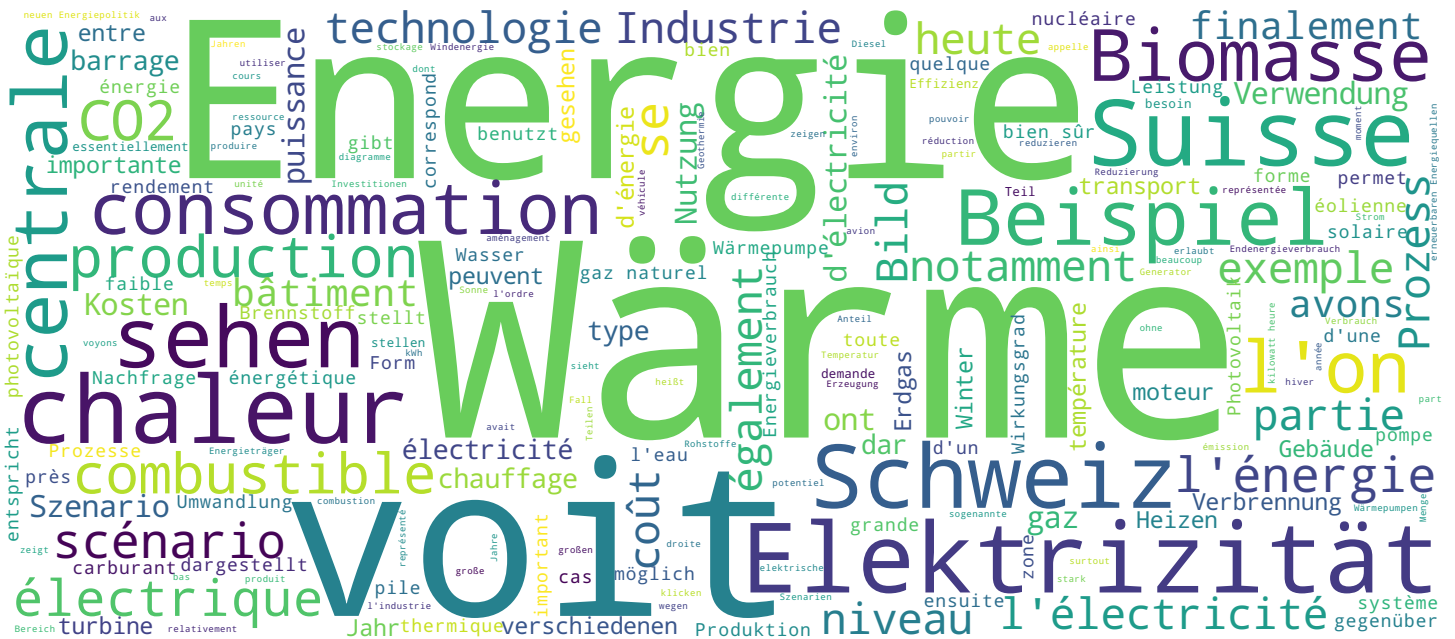
Der Energieeinsatz in der Industrie

**Schweizer Energiewende:
Verstehen um zu wählen**



Prof S. Haussener

mit Beiträgen von P.-A. Haldi, F. Maréchal, F. Vuille, Ph. Gillet, V. Codina et A. Bolcs



Search MOOC



Video

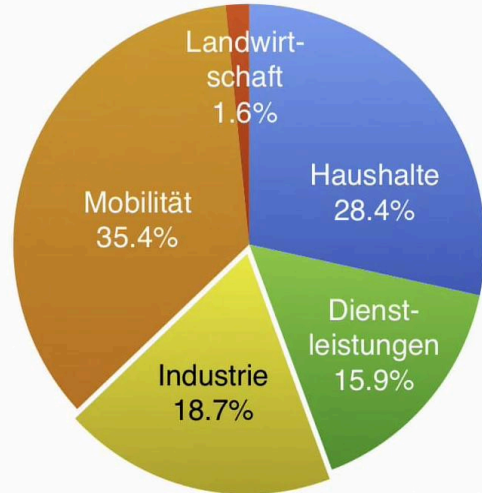


EPFL



Endenergieverbrauch

■ Haushalte ■ Dienstleist. ■ Industrie ■ Mobilität ■ Landwirtschaft



Schweizer Energiewende

Guten Tag, meine Damen und Herren. Heute werden wir über die Nutzung von Energie in der Industrie und die Auswirkungen der Industrie auf die Energiewende sprechen. Mein Name ist Sophia Hausner. Ich bin Professorin an der EPFL im Bereich der erneuerbaren Energie. Wir starten mit einem Blick auf die Statistik. Schauen wir uns die Endenergieverbrauch Statistik dieses Jahres an. Die Industrie verbraucht gemäß dieser Statistik 19 % des Endenergieverbrauchs in der Schweiz. Das ist signifikant. Beachten Sie jedoch, dass wir den Endenergieverbrauch der Dienstleistungsbranche darin nicht berücksichtigen. Die Bedürfnisse der Dienstleistungsbranche liegen näher an den Bedürfnissen der Gebäude und Haushalte, welche wir bereits behandelt haben.

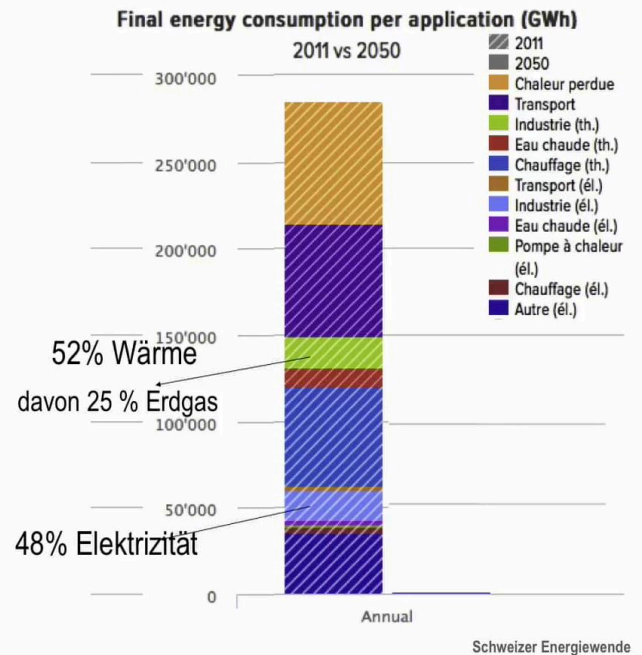
Notes

Summary



0m 04s

Die Rolle der Industrie



Welche Formen der Energie werden nun von der Industrie tatsächlich gebraucht? In der Darstellung von EnergyScope werden der Bedarf der Industrie in Form von einerseits Prozesswärme und andererseits Elektrizität eingeteilt. Dabei zeigen beide mehr oder weniger den gleichen Wert, nämlich 52 % für die Wärme und 48 % für die Elektrizität. Die Wärme wird hauptsächlich durch Verbrennung erzeugt, wobei die Hälfte davon durch die Verbrennung von Erdgas gewonnen wird.

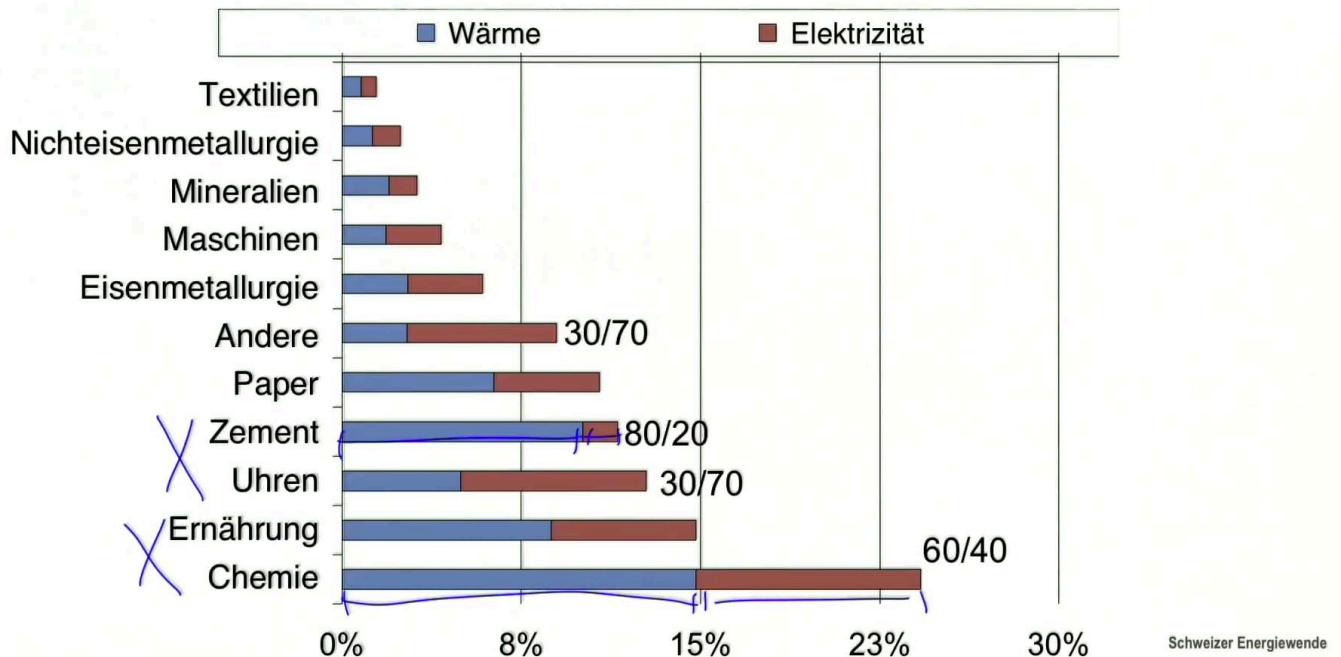
Notes

Summary



0m 58s

Der Beitrag der Industriesektoren



Wie sieht der Endenergieverbrauch pro Branche aus? Wir stellen fest, dass nicht alle Branchen gleich energieeffizient sind. Die folgende Grafik zeigt die Verbrauchsstatistik der verschiedenen Industriebranchen in der Schweiz. Chemie und Ernährung sind die wichtigsten, gefolgt von der Uhren- und Zementindustrie. Es ist wichtig zu beachten, dass sich die Sektoren auch durch den Anteil der verbrauchten Wärmeenergie zur elektrischen Energie unterscheiden. Die Nahrungsmittelverarbeitung und die chemische Energie zeigen eine Verteilung von 60 % zu 40 % Wärme zu Elektrizitätsverbrauch. Dieses Verhältnis variiert von 80 % zu 20 % in der Zementindustrie und 30 % zu 70 % in der Uhrenindustrie.

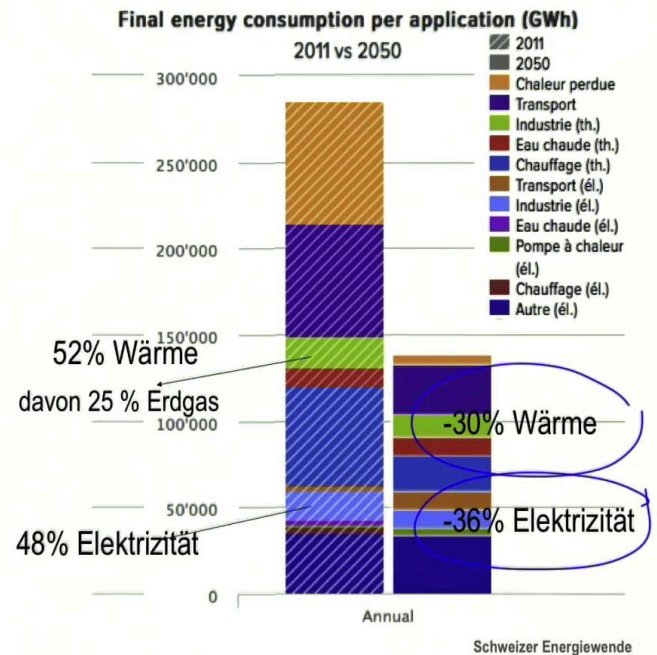
Notes

Summary



1m 30s

Die Rolle der Industrie



In den Szenarien der Energiewende erhofft man sich eine Reduzierung von 30 % für den Wärme Verbrauch und 36 % für den Elektrizitätsverbrauch bis zum Jahr 2050.

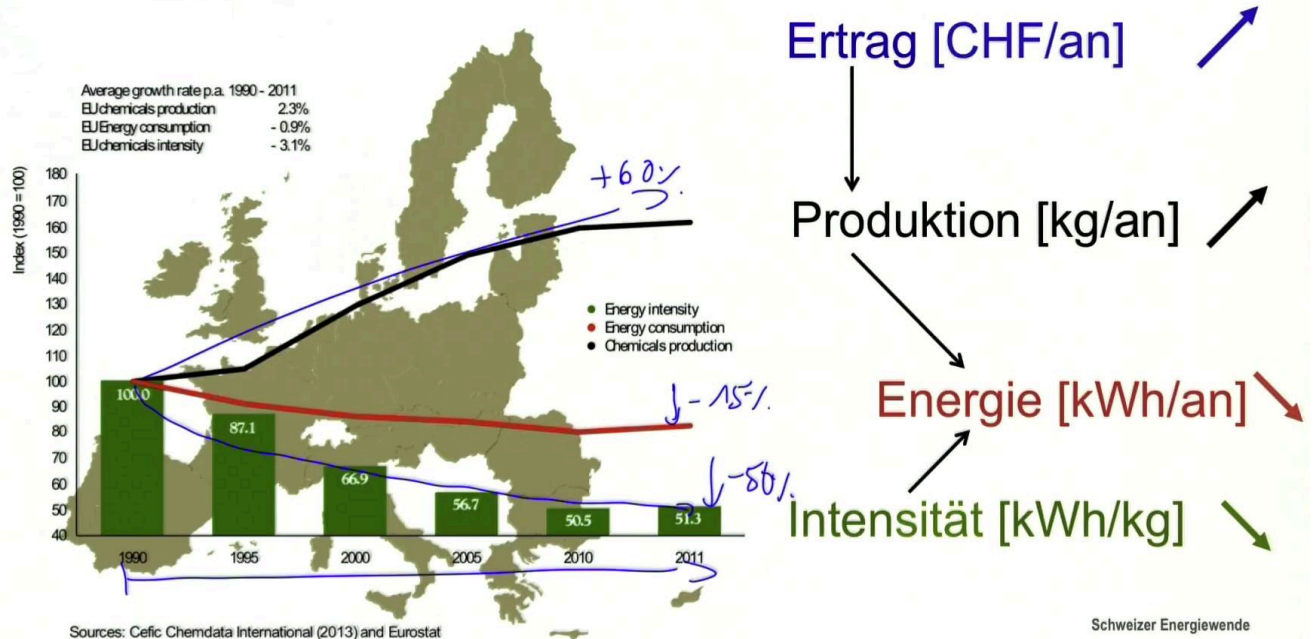
Notes

Summary



2m 25s

Die Problematik in der Industrie



Diese Reduktion ist eine echte Herausforderung für die Industrie, weil für jene die Zielsetzung des Wachstums bedingt, dass Umsatz und damit das Niveau der Produktion erhöht werden. Dies erfordert, dass Energieeffizienzmaßnahmen stark genug sind, damit sie gleichzeitig den Energiemehrverbrauch durch die Produktionssteigerung ausgleichen. Dies ist jedoch möglich. Betrachten wir dazu die Kurven auf der linken Seite, welche Daten der europäischen Chemieindustrie zeigen. Wir sehen, dass über einen Zeitraum von 20 Jahren, die Produktion um 60 % angewachsen ist, während zur gleichen Zeit die Energieintensität, das heißt die benötigte Energiemenge pro Kilogramm produzierten Produkt, um fast 50 % zurückgegangen ist. Diese kombinierte Wirkung führt zu einem Gesamtrückgang um 15 %.

Notes

Summary

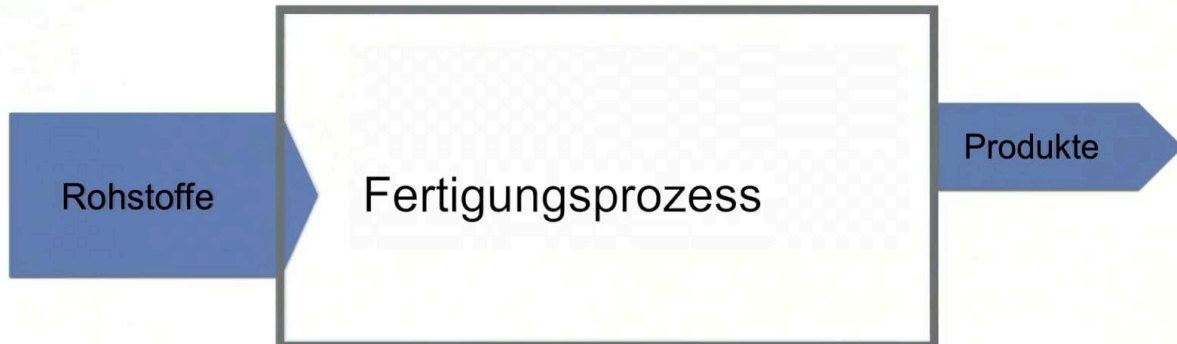


Die Energie eines industriellen Prozesses

Energiebilanz

Energie-Audit

*Charakterisiert die Flüsse
von Material und Energie*



Schweizer Energiewende

Um den Energieverbrauch eines Prozesses zu vermindern, ist es wichtig, den Energiefluss im industriellen Prozess zu verstehen.

Notes

Summary



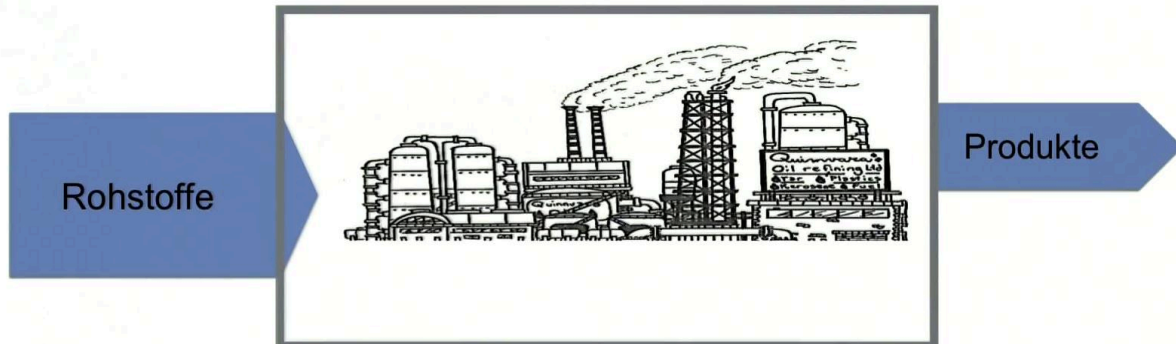
3m 45s

Die Energie eines industriellen Prozesses

Energiebilanz

Energie-Audit

*Charakterisiert die Flüsse
von Material und Energie*



Schweizer Energiewende

Ein Produktionsprozess zielt darauf ab, Produkte aus Rohstoffen herzustellen. Die Transformation ist aber nicht perfekt.

Notes

Summary



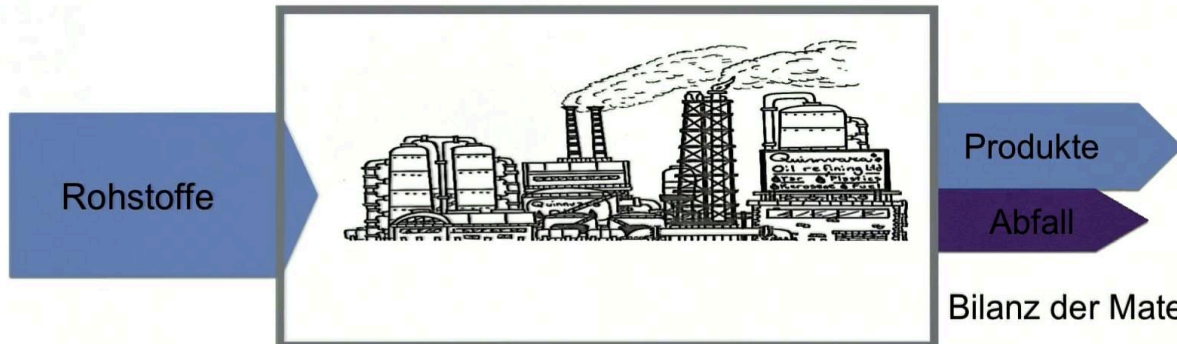
3m 54s

Die Energie eines industriellen Prozesses

Energiebilanz

Energie-Audit

Charakterisiert die Flüsse
von Material und Energie



Schweizer Energiewende

Die Materialbilanz zeigt, dass ein Teil des Rohmaterials als Abfall auftritt.

Notes

Summary



4m 02s

Die Energie eines industriellen Prozesses

Energiebilanz

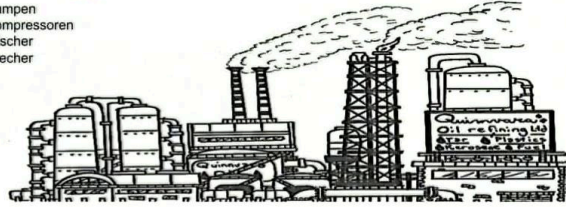
Elektrizität

Energie-Audit

Charakterisiert die Flüsse
von Material und Energie

Rohstoffe

Pumpen
Kompressoren
Mischer
Brecher



Produkte

Abfall

Bilanz der Materialien

Schweizer Energiewende

Energie ist der Motor des Umwandlungsprozess. Die Elektrizität wird in Pumpen, Kompressoren, Mischen und so weiter, sowie in dem Steuerungssystem verwendet.

Notes

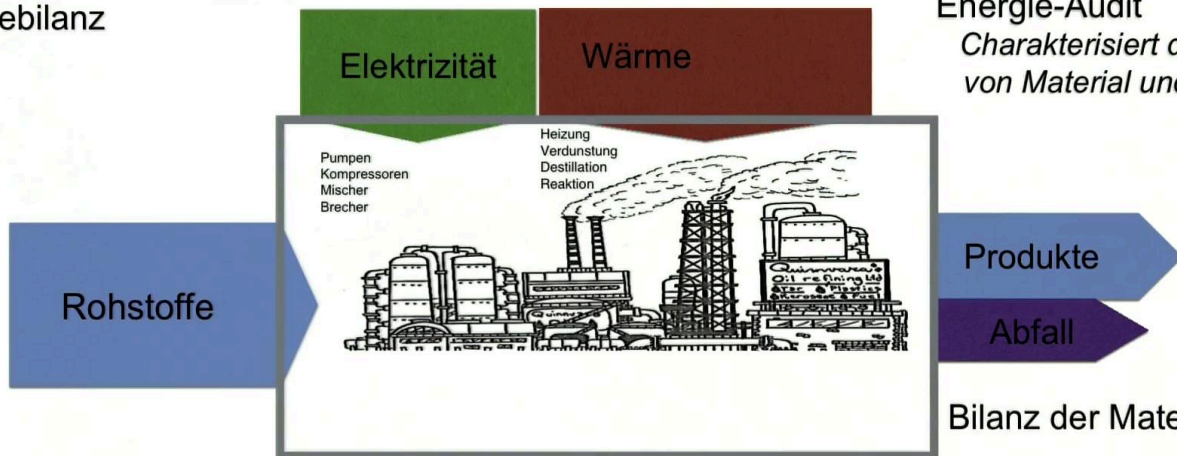
Summary



4m 08s

Die Energie eines industriellen Prozesses

Energiebilanz



Energie-Audit

Charakterisiert die Flüsse von Material und Energie

Bilanz der Materialien

Schweizer Energiewende

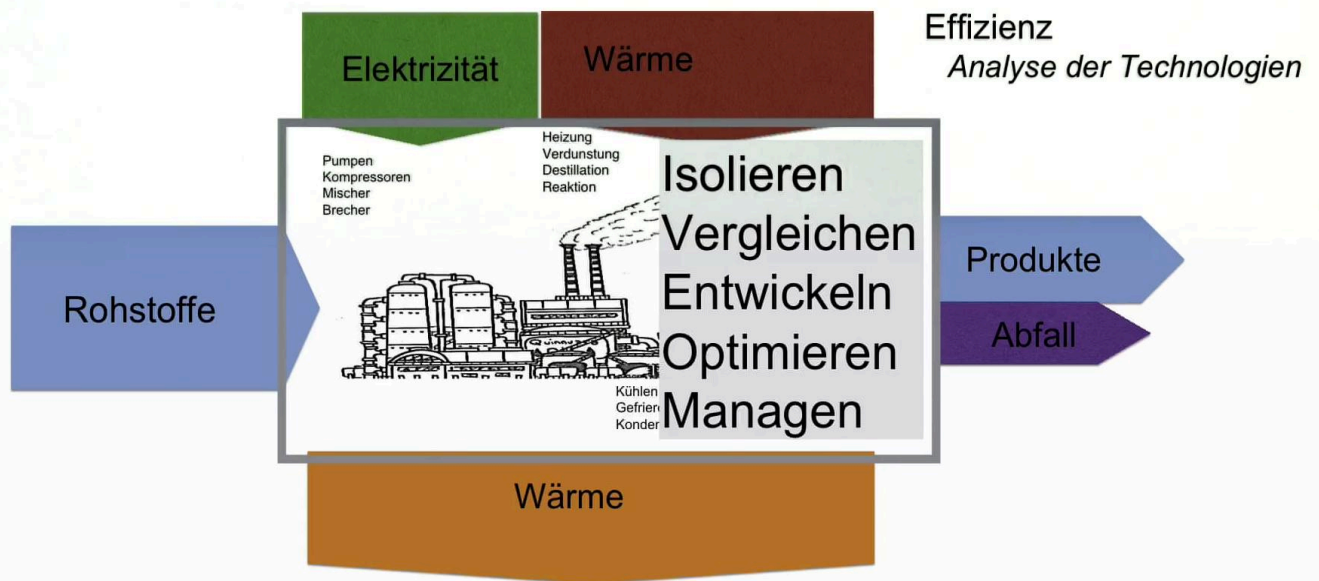
Die Wärme wird zum Erhitzen, Trocknen, Eindampfen oder für die Reaktion verwendet.

Notes

Summary



4m 20s



Schweizer Energiewende

Die Energiebilanz zeigt, dass die Energie, welche im Prozess verwendet wird, ebenfalls nicht vollständig im Produkt landet, sondern teilweise als Abwärme auftritt. Der erste Schritt zum Verständnis des Energieflusses im Prozess ist daher das Energieaudit, welches den Fluss von Material und Energie im Prozess charakterisiert. Durch die Analyse der Nutzung von Energie in den Prozess, werden Möglichkeiten identifiziert, welche die Wirksamkeit verschiedener Technologien im industriellen Prozessbetrieb verbessern können. Man behält dabei die Effizienz der Verwendung der Rohstoffe im Auge, und versucht, die Effizienz der Umwandlung der Rohstoffe in Produkte und Nebenprodukte zu maximieren und damit die Abfallmenge zu minimieren. Dies wird zunächst durch eine Reihe von bewährten Maßnahmen, wie Begrenzen von Lecks oder bessere Isolierung bewerkstelligt. Danach kann der Vergleich mit dem Stand der Technik, der sogenannten [fremdsprache 00:05:29] gemacht werden. Weiter kann die Entwicklung neuer Technologien vorangetrieben werden oder die Betriebsbedingungen können optimiert werden. Des letzteren kann auch die Neudefinition guter fachlicher Praxis im Bereich der Verwendung, der zur Verfügung stehenden Energie und Rohstoffen, gebraucht werden, um die Effizienz des Prozesses zu erhöhen.

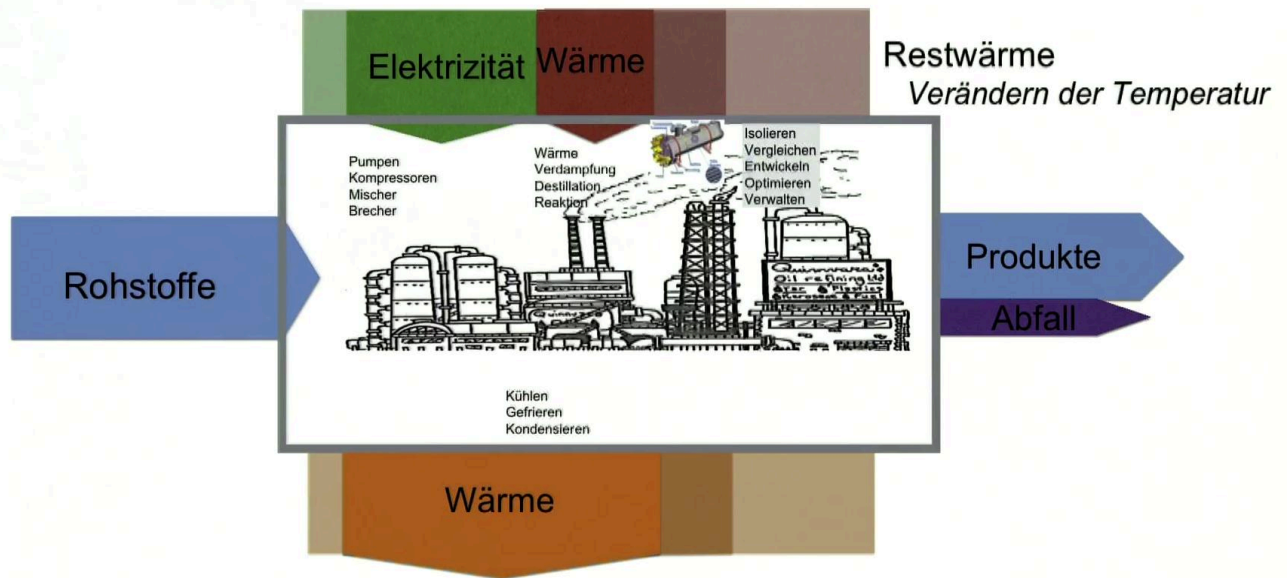
Notes

Summary



4m 26s

Wiederverwendung von Wärme



Schweizer Energiewende

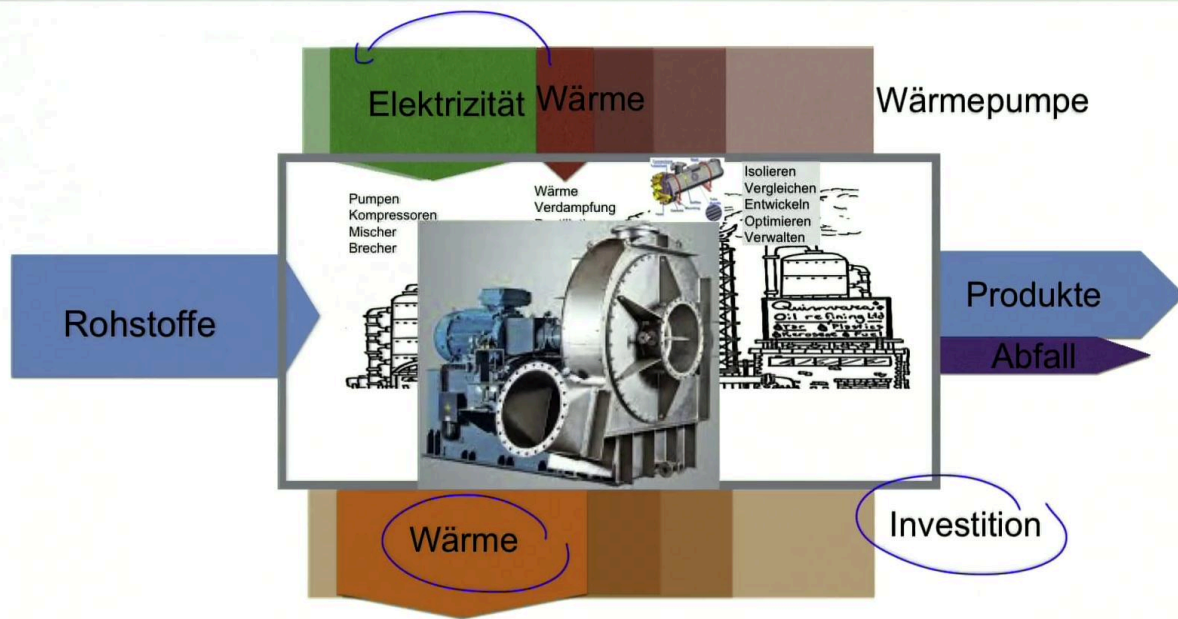
Jetzt schauen wir uns an, wie die Energie in dem Verfahren verwendet wird. Insbesondere sind wir an der Verwendung der Wärme interessiert. Die Wärme wird nicht nur durch die erforderliche Menge, sondern auch durch das erforderliche Temperaturniveau charakterisiert. Somit definiert man eine Menge von zu erwärmenden Flüssigkeiten und gleichzeitig, da die Energie erhalten werden muss, eine Menge von zu kühlenden Flüssigkeiten im Prozess. Danach sucht man nach Möglichkeiten, die Energie der zu kühlenden Flüssigkeiten, beim Vorwärmen der zu erheizenden Flüssigkeiten, zu verwenden. Die Energierückgewinnung wird dabei durch den Kauf eines Wärmetauschers bewerkstelligt. Ein Wärmetauscher realisiert den Wärmeaustausch zwischen einer Flüssigkeit, welche gekühlt werden soll, und einer Flüssigkeit, welche aufgewärmt werden soll. Sie sehen hier schematisch im Bild einen Wärmetauscher. Das Einsparen von Energie wird dabei durch eine Investition erreicht, dem Kauf des Wärmetauschers. Die Ersparnis führt zu einer Abnahme der benötigten Wärmemenge, und gleichzeitig, um der Bilanz gerecht zu werden, zur Verringerung der Wärmemenge, die aus dem Verfahren entfernt werden muss.

Notes

Summary



5m 54s



Schweizer Energiewende

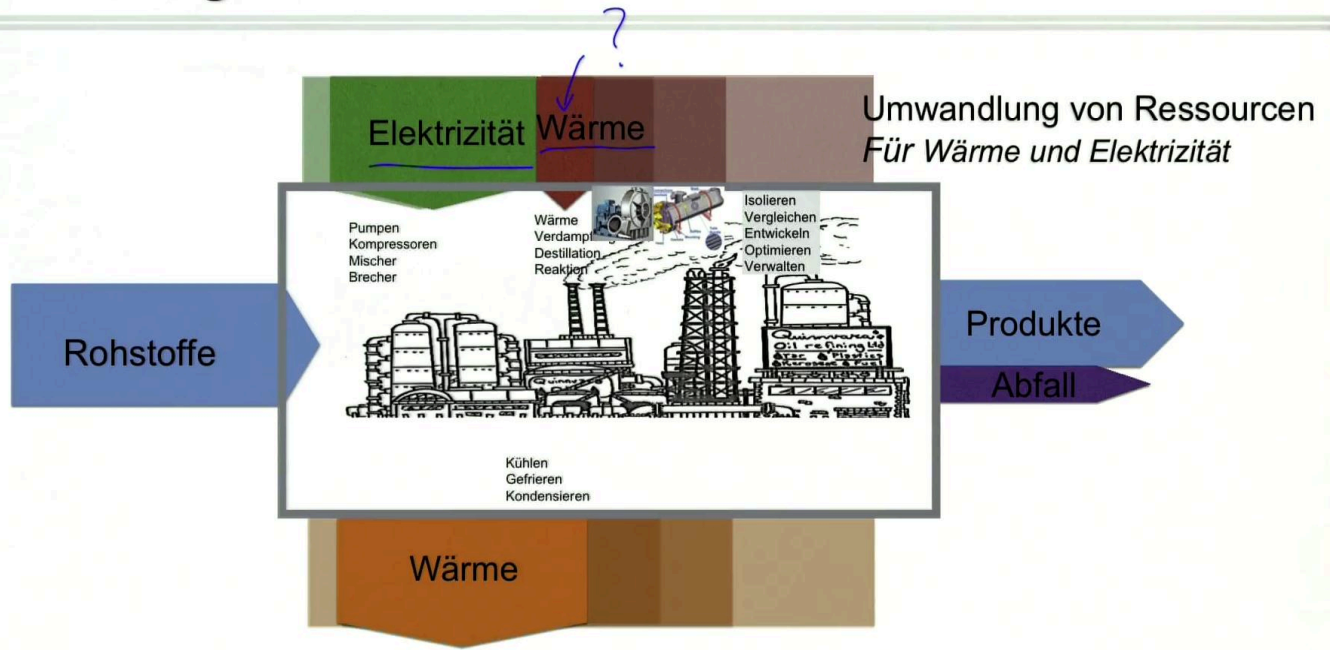
Nachdem die Rückgewinnung von Wärme durch Wärmetauscher realisiert ist, kann die Wiederverwendung der Restwärme diskutiert werden. Die Restwärme ist jetzt bei einem zu tiefen Temperaturniveau, um direkt im Prozess weiterverwendet werden zu können. Sie kann aber in einer Wärmepumpe auf ein höheres, wiederum nützliches Niveau für den Prozess gebracht werden. Dies ist sehr oft, zum Beispiel bei Prozessen der Trocknung, oder der Konzentration der Fall. Durch den Gebrauch von elektrischer Energie in einem Kompressor ist es möglich die Energie von einem, für den Prozess nutzlosen Niveau, auf ein, für den Prozess nutzbares Niveau, zu bringen. Dieses Vorgehen beinhaltet die Verwendung von einem Kompressor und einem zugehörigen Wärmetauscher. Aus energetischer Sicht ist es zudem möglich, die Energiekosten, welche für Wärme anfallen, weiter zu reduzieren, indem stattdessen zusätzliche Elektrizitätskosten und Investitionen in Kauf genommen werden. Das Prinzip ist hier das gleiche wie bei der Verwendung einer Wärmepumpe in einem Gebäude. Mit dem Unterschied, dass die Niedertemperatur Quelle nicht die Umwelt darstellt, aber eine Wärmequelle auf einem höheren Temperaturniveau, welche andernfalls ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird.

Notes

Summary



7m 21s



Schweizer Energiewende

Die Leistungszahl der Wärmepumpe ist wegen dem höheren Temperaturniveau der Restwärme viel besser als bei Gebäuden und ist meist höher als zehn Wärme Einheiten pro Einheit Elektrizitätsverbrauch. Wiederum gilt für den Prozess und wegen der Energiebilanz, dass die benötigte Wärmemenge und die anfallende Restwärme, verringert werden. Sobald alle Operationen und Zwischenschritte identifiziert sind, ist es notwendig sich die Frage zu stellen, wie die Wärme für den Prozess bereitgestellt wird. Hierzu ist der einfachste Weg, die Verbrennung von Brennstoff in einem Kessel, welcher die Wärme an den Prozess in der Form von Dampf oder heißem Wasser abgibt. Hier stellt sich eine ideale Möglichkeit der Nutzung von alternativen erneuerbaren Energiequellen. Es ist auch wichtig, nochmals zu realisieren, dass der Prozess sowohl Wärme als auch Elektrizität benötigt.

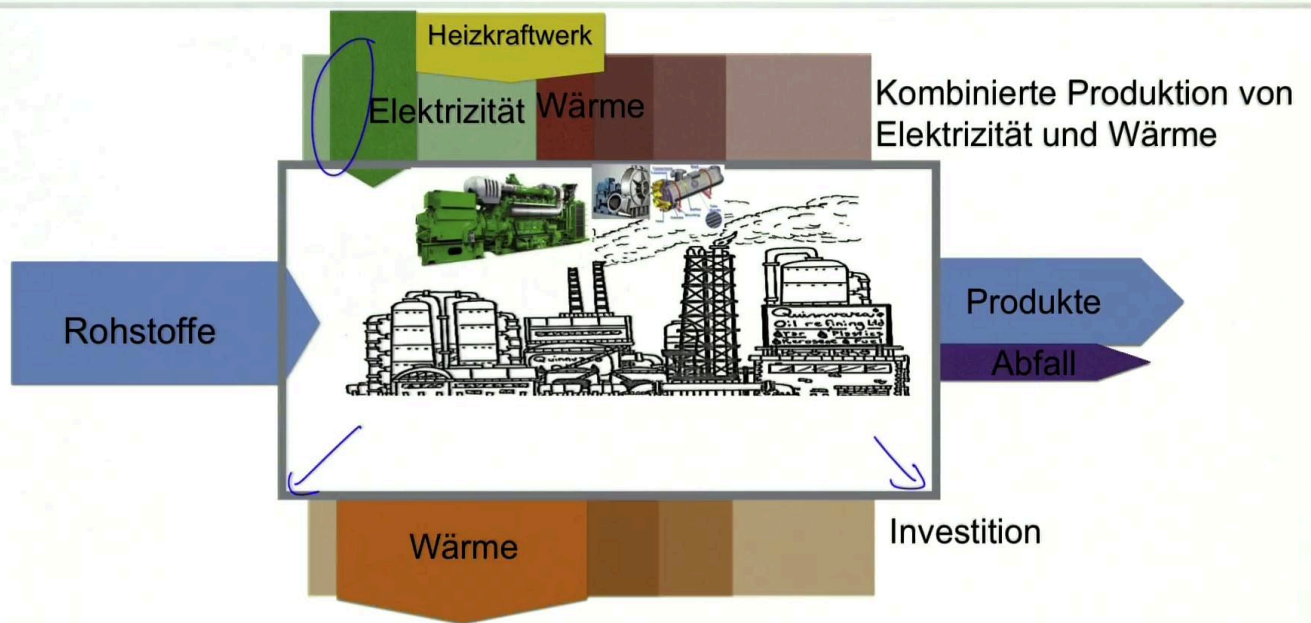
Notes

Summary



8m 49s

Umwandlung der Energie



Schweizer Energiewende

Neben der Verbrennung betrachten wir daher Optionen, welche die kombinierte Produktion von Wärme und Elektrizität zulassen. Zum Beispiel der Umwandlung von Ressourcen wie Erdgas, oder anderen Brennstoffen in Elektrizität und Wärme gleichzeitig. Die gekoppelte Produktion besteht daraus, aus einem traditionellen Kraftwerk zur Erzeugung von Elektrizität, ein Heizkraftwerk zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme gleichzeitig zu machen. Sie sehen so ein Kraftwerk im Bild. Dieses Heizkraftwerk benützt dabei die aus der Elektrizitätsproduktion resultierende Abwärme. Wir verwenden beispielsweise das Kühlwasser und das Abgas von einem Verbrennungsmotor, um Prozesswärme bereitzustellen, während die mechanische Energie in einem Generator zur Erzeugung von Elektrizität verwendet wird. Das Interesse der kombinierten Produktion kommt von der Reduzierung der benötigten Primärenergie, um Strom im Netzwerk zu erzeugen. Wiederum führt der Drang nach Reduzierung der Energiekosten dazu, Investitionen in leistungsstarke Komponenten zu tätigen. Der Prozess hat immer noch eine gewisse Restenergie, welche wir aufzuwerten suchen. Zusätzlich zu der Möglichkeit der Verwendung dieser Energie in einem thermodynamischen Zyklus um Elektrizität zu erzeugen, ist es möglich, die Erweiterung des Systems zu analysieren, um einen potenziellen Benutzer dieser Restwärme zu identifizieren.

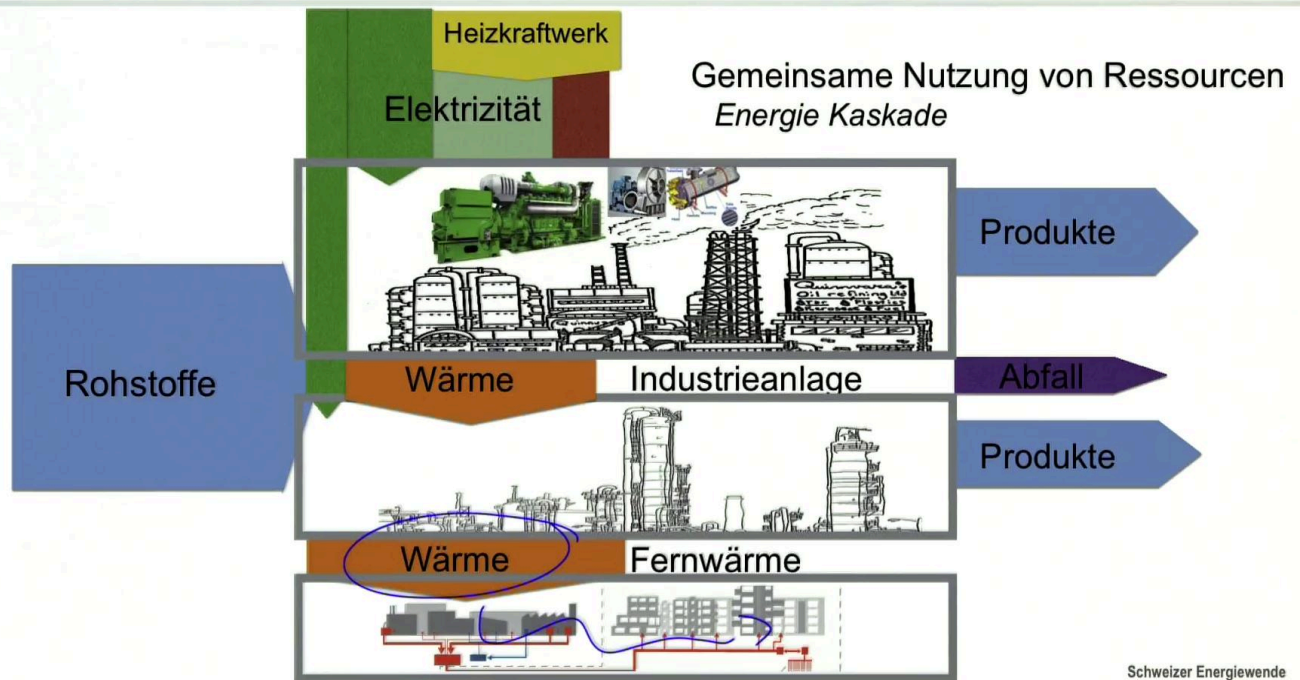
Notes

Summary



9m 53s

Industrielle Ökologie: Identifizierung von Synergien



Dieses Prinzip ermöglicht nicht nur die Wärme oder die Geräte zu teilen, sondern auch das Teilen der Rohstoffe oder den Abfall in weitere Produkte umzuwandeln. Alles, um die Prozess Umwandlungseffizienz zu maximieren. Darüber hinaus kann die im Prozess nicht verwendete Wärme als Fernwärme dazu benutzt werden, um Städte zu heizen, wodurch eine weitere Energiekaskade betrieben wird.

Notes

Summary





- Optimierung der Energienutzung in den Technologien
- Wiederverwendung von Wärme durch Wärmetauscher
- Aufwertung durch Wärmepumpen
- Umwandlung von Ressourcen => Kombinierte Produktion
- Kaskadieren der Wärme in und zwischen den Prozessen
- Integrieren der Restwärme in der Stadt

- Investitions Kompromiss - Energieverbrauch

Schweizer Energiewende

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Energieeinsatz bei industriellen Prozessen durch die optimierte Nutzung von Energie in den verschiedenen Prozess Operationen reduziert werden kann. Dies kann durch eine bessere Leitung und Beherrschung der Prozesse, durch verbesserte Effizienz der Technologie oder durch technologische Neuentwicklungen erreicht werden. Die Einführung und Nutzung einer System Betrachtung erlaubt es, die sinnvollsten Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung durch Wärme Austausch zu identifizieren und mögliche Aufwertung der Wärme durch die Integration von Wärmepumpen zu erwägen. Weiter ist es notwendig, die Umwandlung von gekaufter Primärenergie in für den Prozess nutzbare Energie zu studieren, um die kombinierte Erzeugung von Wärme und Elektrizität, und die Integration erneuerbaren Energiequellen zu bewerten. Es ist wichtig, die Möglichkeit der Wärmekaskade zu berücksichtigen, um das Prinzip der industriellen Ökologie zu implementieren. Dieses Prinzip ermöglicht nicht nur die Wärmekaskadierung, sondern auch das Teilen von Geräten und das Weiterverwenden von Abfällen. Der Einsatz von Fernwärme ermöglicht die Prozessrestwärme weiter aufzuwerten, um den Heiz Bedarf von Bewohnerinnen und Bewohnern oder der Dienstleistungsindustrie zu decken.

Notes

Summary





- Optimierung der Energienutzung in den Technologien
- Wiederverwendung von Wärme durch Wärmetauscher
- Aufwertung durch Wärmepumpen
- Umwandlung von Ressourcen => Kombinierte Produktion
- Kaskardieren der Wärme in und zwischen den Prozessen
- Integrieren der Restwärme in der Stadt
- Investitions Kompromiss - Energieverbrauch

Schweizer Energiewende

Die Senkung des Energieverbrauchs in der Industrie hängt mit Investitionen in neue Technologie zusammen. Es ist daher wichtig, das Gleichgewicht zwischen dem Wert der Energieeinsparung und dem Investitionswert zu bewerten und zu verstehen, um nicht die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu verringern.

Notes

Summary



13m 41s