Interessensgemeinschaft Syngas (IGS)

# Thermo-chemische Konversion und ihr Beitrag zur energetischen und stofflichen Grundversorgung

## durch

## Thermische Vergasung

## von

## Biomasse und organischem Abfall

Dipl.-Ing. Rudolf Hammer

# Inhaltsverzeichnis


1 Energiewirtschaftliche Aspekte..... S. 1

2 Energietechnische Aspekte..... S. 5

3 Technische Nutzung von Biomasse..... S. 7

4 Grundzüge der thermischen Vergasungstechnik..... S. 9

5 Realisierte Anlagenkonzepte..... S. 11

5.1 FICFB-Verfahren..... S. 11

5.2 Heat-Pipe-Reformer (HPR)..... S. 12

6 Weiterführende Verfahrensschritte..... S. 11

6.1 Fischer-Tropsch-Verfahren..... S. 13

6.2 Methanierung..... S. 14

7 Konzept zur Biomassebewirtschaftung..... S. 14

8 Bedeutung thermischer Grundlastversorgung..... S. 16

9 Nichtfossile Grundstoffversorgung..... S. 17

10 Ausblick..... S. 17

Quellenverzeichnis..... S. 19

# 1 Energiewirtschaftliche Aspekte

Die Neuausrichtung der Energiepolitik steht unter dem Zwang folgender Fakten:

1. Die fossilen Energieträger Erdöl und Erdgas werden ab etwa 2050 wirtschaftlich vertretbar nicht mehr zur Verfügung stehen.
2. Die weltweite Konkurrenz um die schwindenden Ressourcen verschärft die Abhängigkeitskonflikte.

Vor diesem Hintergrund steht zudem eine progressive Entwicklung der Weltbevölkerung. Der Rückgang der Sterberate in den Entwicklungsländern und die steigende Lebenserwartung haben dazu geführt, dass derzeit insgesamt über 6 Mrd. Menschen auf unserer Erde leben. Nach Prognosen der UNO wird dieser Trend anhalten und die Weltbevölkerung bis 2050 auf 7,3 bis 10,7 Mrd. ansteigen. Nahezu der gesamte prognostizierte Bevölkerungszuwachs wird in den Entwicklungsländern (*we* - Länder) in Asien, Südamerika oder Afrika erfolgen, etwa ein Drittel des Bevölkerungszuwachses wird in China und Indien zu verzeichnen sein. Dagegen wird der Anteil der OECD-Länder an der Weltbevölkerung abnehmen.

Eine unmittelbare Konsequenz daraus ist, dass der weltweite Primärenergiebedarf stetig zunimmt, vor allem aus Gründen der Angleichung der zurzeit noch sehr unterschiedlich ausgeprägten Lebensstandards der Menschen in den Industrieländern (*ve* - Länder) und den Entwicklungsländern. Der Pro-Kopf-Verbrauch eines Europäers ist aktuell etwa vier bis fünf Mal so hoch wie der eines Inders oder Chinesen. Insgesamt verbrauchen derzeit ca. 20 % der Weltbevölkerung in den Industrieländern etwa 70 % der Primärenergieträger. **Abbildung 1** zeigt die Entwicklung des Primärenergiebedarfs der Industriestaaten im direkten Vergleich mit den Schwellenländern China, Indien und den Entwicklungsländern in Mio.to, **Abbildung 2** den Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Wachstum der Weltbevölkerung.

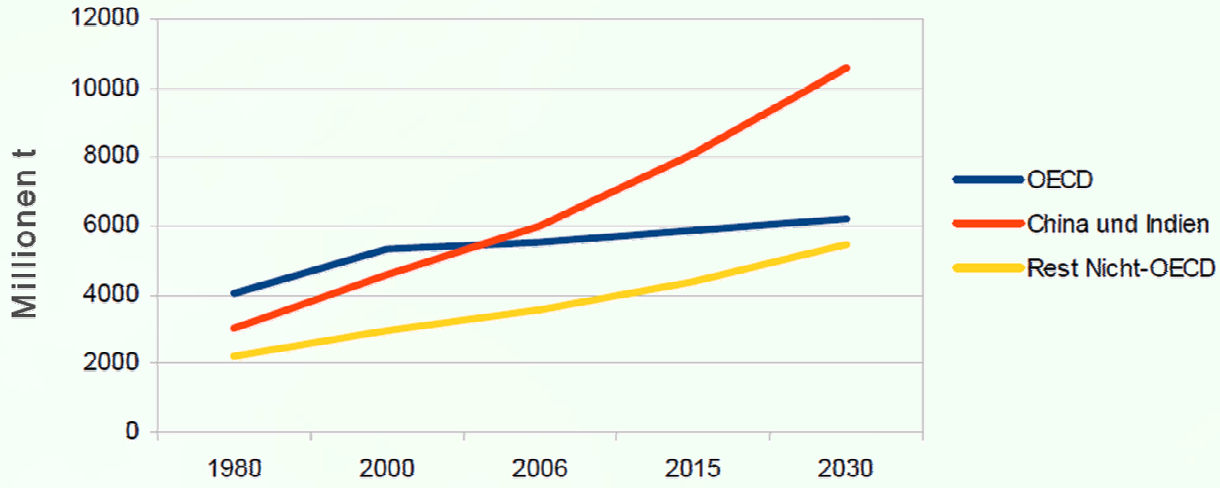


**Abb. 1: Primärenergieverbrauch Industriestaaten im Vergleich mit China, Indien und *we*-Ländern**

**Abb. 2: Korrelation zwischen Bevölkerungswachstum und Primärenergieverbrauch**

Der Primärenergieverbrauch ist der Verbrauch an primären Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden. Dazu zählen Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erd- und Grubengas, Atomenergie und, nach dem jeweiligen Stand der Technik, auch erneuerbare Energieträger und organischer Abfall, die in Sekundär-Energieträger, Nutz- bzw. Endenergie umgewandelt werden können.

**Tabelle 1** veranschaulicht die Zunahme des weltweiten Bedarfes an Primärenergie im dargestellten Vergleichszeitraum von 1990 bis 2008 um 39 %. Prognosen gehen davon aus, dass der weltweite Primärenergiebedarf von 512 Exajoule (EJ) oder 142.300 TWh (2008) bis 2030 auf 160.500 TWh und bis 2060 auf 321.000 TWh steigen wird.[1] Hauptgrund ist die Angleichung des Lebensstandards in den aufstrebenden Entwicklungs- und Schwellenländern, vor allem in China und Indien, an den Lebensstandard der westlichen Industrienationen.

**Energiebedarf nach Region (kWh pro Kopf) und Zunahme 1990-2008**

| | kWh/Kopf | | | Bedarf (1.000 TWh) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1990 | 2008 | Zunahme | 1990 | 2008 | Zunahme |
| USA | 89.021 | 87.216 | -2% | 22,3 | 26,6 | 20% |
| EU-27 | 40.240 | 40.821 | 1% | 19 | 20,4 | 7% |
| China | 8.839 | 18.608 | 111% | 10,1 | 24,8 | 146% |
| Indien | 4.419 | 6.280 | 42% | 3,8 | 7,2 | 91% |
| **Welt** | **19.422** | **21.283** | **10%** | **102,3** | **142,3** | **39%** |

Quelle: IEA/OECD, Bevölkerung OECD/World Bank

**Tab. 1: Energiebedarf ausgewählter Regionen und weltweit**

Die Deckung dieses Primärenergiebedarfes erfolgt immer noch zu 85 % mit fossilen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas oder Kohle. Nach Einschätzung des Copenhagen Consensus Centers wird der Bedarf an fossilen Energieträgern, ungeachtet der derzeitigen Bemühungen der Klimapolitik, in den kommenden Jahrzehnten noch steigen.[2] Die Reichweite der fossilen Ressourcen wird in der Literatur unterschiedlich bewertet, wobei in diesbezüglichen Studien und Fachbeiträgen oft die den Ergebnissen und Aussagen zugrundeliegenden Randbedingungen fehlen. Diese sind aber für die prognostische Kalkulation geradezu unerlässlich und ermöglichen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Die Kalkulation der Reichweite der Ressourcen hängt von folgenden Randbedingungen ab:

- Bekannte Vorkommen
- Wirtschaftlichkeit
- Stand der Technik
- Umweltverträglichkeit
- Wirtschaftswachstum
- Entwicklung der Weltbevölkerung

Eine nach diesen Kriterien errechnete Ressourcenreichweite ist in **Abbildung 3** nachfolgend dargestellt.

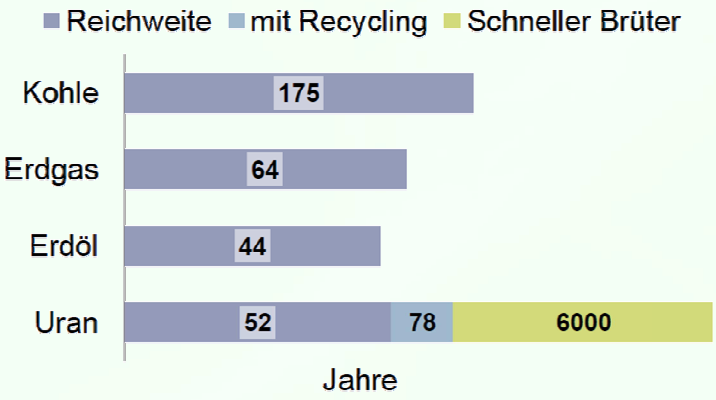


**Abb. 3: Reichweite der Ressourcen**

Sollten sich diese Prognosen bestätigen, so wird in naher Zukunft mit einem verstärkten Verteilungskampf um diese Reserven, sowie mit bedeutsamen Preiserhöhungen zu rechnen sein – Energie wird nur mehr für einen elitären Kreis leistbar, was mit sozialen Unruhen und dem Zusammenbruch unserer zivilisatorischen Stabilität einhergehen wird. Obwohl diese energiewirtschaftlichen Zusammenhänge als weniger greifbar und eher fern scheinen, werden diese erschütternde Auswirkungen auf Europa und die ganze Welt haben.

Die weltweite Verteilung der Reserven an Erdöl und Erdgas konzentriert sich besonders in einer sogenannten „Strategischen Ellipse“, in welcher etwa 71 % der Erdölreserven und 69 % der Erdgasreserven vorhanden sind. Allerdings befinden sich diese Reserven dort hauptsächlich in der Hand von Ländern mit zum Teil politisch unsicheren Gegebenheiten (**Abbildung 4**), sodass die Energieversorgung Europas gefährdet erscheint.

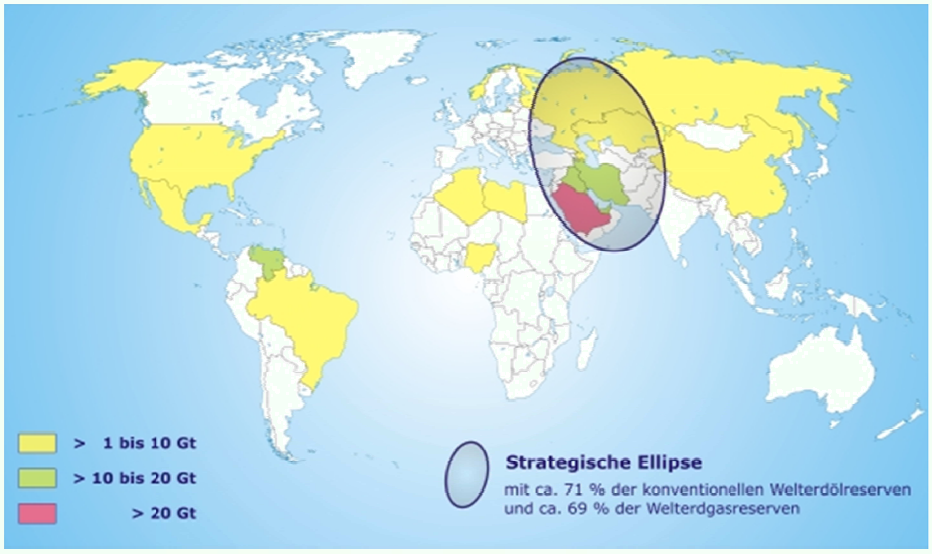


**Abb. 4: Die "Strategische Ellipse" umfasst Russland, Eurasien, den Nahen und Mittleren Osten**

Die Strategische Ellipse bezeichnet ein gedachtes Gebiet in Ellipsenform, welches sich vom Nahen Osten über den Kaukasus bis in den Norden Russlands erstreckt. Große Bedeutung hat dieser Teil der Erde, weil in ihm mehr als zwei Drittel der gesamten Erdgas- und Erdölvorräte vorkommen. Zur Strategischen Ellipse gehören acht Länder:

- Russland
- Iran
- Irak
- Kasachstan
- Katar
- Kuweit
- Saudi-Arabien
- Vereinigte Arabische Emirate

Die größten Energie-Vorräte liegen dabei im Iran und Russland. Deutlich zu sehen ist anhand der Karte, dass die größten Teile der Region politisch nicht zu den ruhigen Teilen der Welt gehören. Doch beunruhigend ist aus Sicht der Europäischen Union noch ein weiterer wichtiger Aspekt: so ist der Blick auf die Strategische Ellipse immer durch westliche Sichtweise geprägt. Über Pipeline- und Lieferverträge versuchen die EU-Staaten die Erdöl- und Erdgasreserven in diesen Ländern für sich zu sichern. Doch im Osten der Ellipse liegen mit Indien und China zwei aufstrebende Wirtschaftsmächte, deren erstarkende Wirtschaft ebenfalls diese Reserven für sich in Anspruch nehmen.

Die Energiepolitik weltweit und in Europa steht aber noch vor einer weiteren Herausforderung, nämlich Energiebereitstellung und Erfordernisse des Umweltschutzes zur Deckung zu bringen. Dieser Aspekt hat gerade im Zusammenhang mit der Debatte um die Förderung von Schiefer-Gas und -Öl neue Aktualität gewonnen: setzen wir weiter auf endliche fossile Energieträger oder doch auf den Turnaround mit erneuerbaren Energiequellen?

Das Argument der scheinbar billigen fossilen Energie stimmt nämlich nur, wenn man die Kosten für die Kollateralschäden bei der Exploration von Schiefer-Gas und -Öl außer Acht lässt, wobei damit die endliche Verfügbarkeit fossiler Energieträger nur gestreckt, aber nicht aufgehoben werden kann. Es gilt wohl der Satz: "Energie macht nur dann glücklich, wenn

man rechtzeitig drauf schaut, dass man sie hat, wen man sie braucht." Damit stellt sich auf jeden Fall die Frage nach geeigneten Möglichkeiten fossiler Substitution.

# 2 Energietechnische Aspekte

Welche Alternativen zur Substitution fossiler Energieträger gibt es denn überhaupt? Die Beantwortung dieser Frage ergibt sich zunächst aus den grundlegenden Kriterien für einen Energieträger. Diese sind

- ⇨ Transport- und Lagerfähigkeit
- ⇨ Energie in gebundener Form (= Energiespeicher)
- ⇨ Bildung ausreichender Vorkommen
- ⇨ Nach dem Stand der Technik wirtschaftlich vertretbare Exploration
- ⇨ Verfügbarkeit für den Endverbraucher zu einem akzeptablen Preis

Alle diese Kriterien erfüllen nachwachsende Rohstoffe und auch organische Abfallstoffe (Kunststoffe u.a.) im Gegensatz zu den sogenannten „alternativen Energien".

Es hat sich sowohl in der öffentlichen Meinung als auch in Fachkreisen etabliert, alle alternativen Energiequellen unter dem Sammelbegriff Erneuerbare Energie oder auch Regenerative Energie zu subsummieren. Dies ist streng genommen nicht korrekt, denn zwischen alternativen und erneuerbaren Energiequellen besteht ein wesentlicher Unterschied (siehe **Abbildung 5**: Energiequellen im Überblick):

*Alternative Energiequellen*
Natürlicher Kreislauf bzw. entzieht sich dem obligaten Einfluss menschlicher Willkür zur planmäßigen, regenerativen Bewirtschaftung.

*Erneuerbare Energiequellen*
Durch menschliche Willkür periodisch wiederkehrender und planbarer Ertrag nachwachsender Rohstoffe oder natürliche Sukzession (Wald).

**Energiequellen**

| nicht erneuerbare | alternative | erneuerbare |
|---|---|---|
| Kohle | Sonne | nachwachsende Rohstoffe |
| Öl | Wind | |
| Gas | Wasserkraft | |
| Kernspaltung* | Geothermie | |
| | Kernfusion | |

* Wiederaufbereitung
Schnelle Brüter

**Abb. 5: Energiequellen im Überblick**

Demzufolge gehören zu alternativen Energiequellen alle, die nicht Biomasse sind. Innerhalb der alternativen Energiequellen nimmt Wasserkraft insoferne eine Sonderstellung ein, da sie durch den natürlichen Wasserkreislauf eine regenerierbare Energiequelle ist.

Umgekehrt grenzt sich die Biomasse von alternativen Energiequellen vor allem durch seine organische Konsistenz ab. Biomasse ist die direkt oder indirekt durch Sonnenlicht gebildete organische, kohlenstoffhaltige Materie. So entsteht pflanzliche Biomasse über die direkte Nutzung des Sonnenlichtes durch Photosynthese, tierische Biomasse indirekt durch metabolische Nutzung pflanzlicher Biomasse in der Nahrungskette.

Biomasse umfasst also die gesamte auf der Erde vorhandene Phyto- und Zoomasse auf dem Land und im Wasser. Als nachwachsende Rohstoffe versteht man die durch Photosynthese gebildete feste Biomasse (= Phytomasse), die wirtschaftlich genutzt werden kann. Der daraus erzielte energiewirtschaftliche Produktionsertrag wird in t / ha und Jahr und die in der Biomasse chemisch gebundene Energie als brennstoffbezogene kalorische Größe in MJ / kg angeben. Die energetische Nutzung der chemisch gebundenen Energie erfolgt durch Konversion in einem Kraftwerk in die Endenergien Arbeit und Wärme.

Die Größenordnung des energiewirtschaftlich nutzbaren Potenzials der Land-Phytomasse lässt sich nur bedingt abschätzen, da die Intensität der Nutzung von verschiedenen Prämissen, vor allem von ökologischen Randbedingungen, wie etwa der Festlegung von „no-go-areas“, determiniert wird. Deshalb finden sich in der Literatur teilweise sehr divergente Angaben über das nutzbare Biomassepotenzial. Exemplarisch sei hier auf David O. Hall (†), Professor am King´s College in London, verwiesen, der als profunder Kenner mehrfach die Land-Biomasse zahlenmäßig abschätzte.

David O. Hall ermittelte ein flächenbasiertes Nutzungspotenzial, das weltweit 10 Mio. $km^2$ landwirtschaftlich genutzte Flächen, 40 Mio. $km^2$ Waldflächen, 49 Mio. $km^2$ Wüsten- und Halbwüstengebiete (arid bzw. semi-arid) umfasst. Für diese Flächen errechnete er eine photosynthetische Jahresproduktion an Trockenmasse von ca. 220 Mrd. t, davon etwa 80 % aus Waldbestand, also etwa 170 Mrd. t, welche für eine energiewirtschaftliche Nutzung theoretisch verfügbar wären. [3]

Legt man eine Energieäquivalenz von 2 t biogener Trockenmasse je 1 t Erdöl zugrunde, so enthält der Phytomasse-Zuwachs alleine im Waldbestand das 25-fache an chemisch gebundener Energie bezogen auf die weltweite Jahreserdölförderung von 3,5 Mrd. t und das achtfache des weltweiten Primärenergiebedarfes auf Basis 2002 – d.h. eine Waldfläche von 2 Mio. $km^2$ reicht in nachhaltiger Forstwirtschaft zur Substitution des Jahreserdölförderung von 2002. Dabei sind Anbau von Energiepflanzen, Aufforstungen und die Rekultivierung semi-arider Gebiete noch nicht berücksichtigt.

Bei einem zusätzlichen Anbau von schnell wachsenden Hölzern mit einem konservativ geschätzten Hektarertrag von 15 t Trockenmasse pro Jahr benötigte man zur Ablösung des gesamten gegenwärtigen konventionellen Energiebedarfs in Summe etwa 12 Mio. $km^2$ Anbau- und Waldfläche. Dabei ist das Aufforstungspotential, das weltweit auf über 10 Mio. $km^2$

geschätzt wird, noch gar nicht berücksichtigt.

# 3 Technische Nutzung von Biomasse

Biomasse besitzt den Vorzug der Produktdiversität. So kann Biomasse sowohl energetisch als auch für die Grundstoffindustrie genutzt werden. Es gibt eine Reihe EU-geförderter Projekte, um Biopolymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe dem zivilisatorischen Bedarf zu erschließen um den fossilen Kunststoffbedarf zu entlasten.

Für die energiewirtschaftliche Nutzung lässt sich feste Phytomasse in zwei Kategorien differenzieren:

- Holzartige Biomasse
- Halmgutartige Biomasse

Für halmgutartige Biomasse kommen drei Konversionspfade in Betracht:

- Thermo-chemisch (Verbrennung, Pyrolyse)
- Physikalisch-chemisch (Extraktion, Pressung)
- Bio-chemisch (Vergärung, Kompostierung)

Für holzartige (= lignocellulosehaltige) Biomasse kommt aktuell nur die Möglichkeit einer thermo-chemischen Konversion in Betracht. Dazu zählen

- Verbrennung
- Pyrolyse
- Thermische Vergasung

Von den thermo-chemischen Konversionspfaden ist die thermische Vergasung mit den aktuellen Technologien am fortschrittlichsten und wird die Verbrennung wie auch die Pyrolyse als eigenständige Konversionspfade zur energiewirtschaftlichen Nutzung von lignocellulosehaltiger Biomasse und in der thermischen Abfallverwertung ablösen. Dazu gibt es vergleichsweise folgende Gründe:

- Brennstoffausnutzungsgrad von > 80 %
- Input- und Produktdiversität
- Niedrige Emissionen und ausgeglichene Ökobilanz
- Eignung für dezentrale Energiesysteme
- Hohe regionale und kommunale Wertschöpfung (z.B. Güssing)

Standen mit konventioneller Verfahrenstechnik bis dato nur die Nutzenergien Wärme und Strom im Focus der thermischen Energiewirtschaft, eröffnet die thermische Vergasung nunmehr auch die Möglichkeit BTL-Treibstoffe (Diesel, Benzin) und eine Vielzahl anderer

Produkte zu produzieren. **Abbildung 6** veranschaulicht die Produktdiversität durch thermische Vergasung.

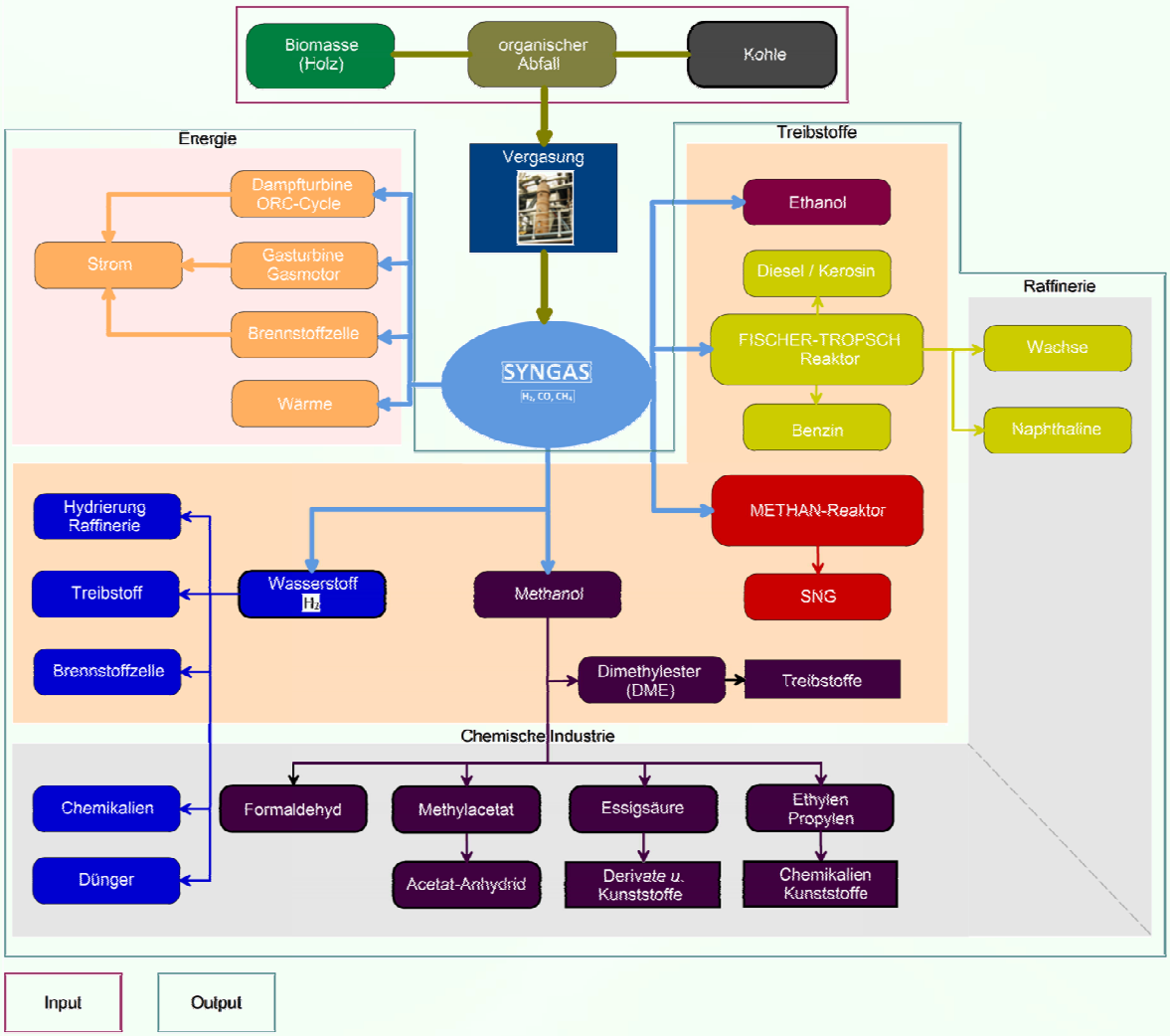


**Abb. 6: Überblick über die Vielzahl an Konversionsprodukten, die mittels thermischer Vergasung hergestellt werden können**

Die thermische Vergasung ist eine bereits erprobte Verfahrenstechnologie. So war in Deutschland in den 1940-Jahren der Imbert-Vergaser, ein Holzvergaser, weit verbreitet, in den 1980-Jahren wurden einige amerikanische Verfahren zur Kohlevergasung als Reaktion auf die Erdölkrise entwickelt und teilweise neu belebt, in asiatischen Ländern wie Süd-Korea ist sie *State of Art* (Vergasung von Steinkohle mittels Lurgi-Vergaser).

Der Diskurs um die Verfügbarkeit und Reichweite fossiler Ressourcen, sowie die aktuelle Klimadebatte und das in der Öffentlichkeit zunehmend manifestierte Bewusstsein der Notwendigkeit des nachhaltigen Umgangs mit globalen Ressourcen, inspirierten zur Wiederbelebung und Weiterentwicklung der thermischen Vergasung zur wirtschaftlichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und organischen Abfalls als Primärenergieträger zum Zwecke der Bereitstellung von Endenergie und Grundstoffen (= Kohlenwasserstoffen).

# 4 Grundzüge der thermischen Vergasungstechnik

Bei der thermischen Vergasung werden die flüchtigen Bestandteile des Rohstoffes (= Brennstoff) in einen gasförmigen Aggregatzustand übergeführt. Das dabei gebildete, gereinigte Produktgas (= Syngas) ist bei Verwendung von Wasserdampf als Vergasungsmittel (Reforming) reich an Wasserstoff und besitzt dann einen Heizwert von Hu = 12 bis 14 MJ / $Nm^3$. Die Vergasung ist im Prinzip eine unterstöchiometrische Verbrennung.

Der Weg der Brennstoffkonversion zum Produktgas ist in **Abbildung 7** illustriert.

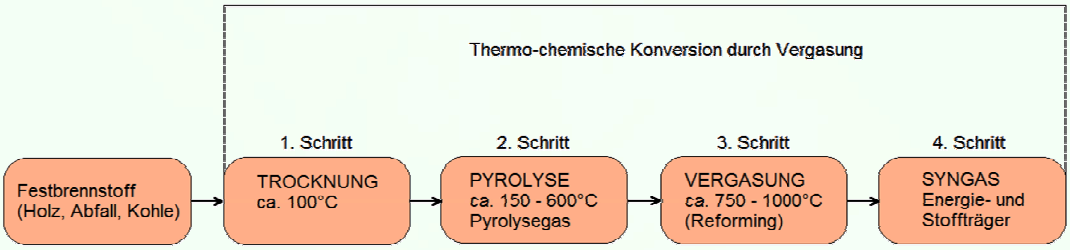


**Abb. 7: Konversionsschritte der thermischen Vergasung**

Die einzelnen Schritte der thermischen Vergasung sind:

- *Trocknung*

  Langsamster und daher geschwindigkeitsbestimmende Schritt. Ausgasen des Wasseranteils und Aufheizen der Brennstoffpartikel.

- *Pyrolyse*

  Ab 250° C setzt Depolymerisation im Brennstoff ein, Abspaltung niedermolekularer Verbindungen. Ab 350° C Ausgasen von Methan ($CH_4$) und niedermolekularen Kohlenwasserstoffen (KWs). Ab 600° C Cracken des Lignins, die Spaltprodukte sind aromatische KWs („Teere“): Benzol, Napthalin, Antracen u.a. Der Brennstoff wird zu Restkoks „verschwelt“.

- *Vergasung*

  Ab 700° C laufen sogenannte heterogene und homogene Vergasungsreaktionen nebeneinander ab:

  – Restkoks

    Partielle Oxidation und Vergasung des enthaltenen Kohlenstoffes (= heterogene Vergasungsreaktionen). Es entstehen $H_2$ und $CH_4$.

  – Kohlenwasserstoffe

    Sie werden zu CO und $H_2$ umgesetzt (= homogene Vergasungsreaktionen). Einstellung einer druck- und temperaturabhängigen Gleichgewichtsverteilung der Hauptkomponenten im Produktgas (= Syngas) $H_2$, CO und $CH_4$.

Um ein Produktgas mit einem möglichst hohen Heizwert (= hoher $H_2$-Anteil) zu erhalten, verwendet man an Stelle von Luft-Sauerstoff Wasserdampf und führt die Vergaseranlage allotherm aus. Bei der allothermen Vergasung wird die Vergasungstemperatur durch eine zusätzliche Wärmequelle konstant gehalten. Je nach verfahrenstechnischem Anlagenkonzept wird dazu ein Teil des Produktgases abgezweigt und verbrannt oder zur Gänze eine externe Wärmequelle realisiert.

Im Gegensatz dazu wird bei der autothermen Vergasung als Vergasungsmittel Luft-Sauerstoff verwendet, die benötigte Wärme liefern die exothermen Reaktionen der Vergasungsreaktionen. Allerdings entstehen durch die partielle Oxidation des Restkokses durch den Luft-Sauerstoff $CO_2$ und $H_2O$, die das Produktgas ausdünnen, auch sinkt die Vergasungstemperatur, weil die partielle Oxidation des Restkokses dann nicht mehr ausreicht diese konstant zu halten. Unter 700° C kommt die Vergasung schließlich zum Erliegen. Die autotherme Luftvergasung ist also eine unterstöchiometrische Verbrennung, wobei die Luftüberschusszahl (λ) $0{,}2 < \lambda < 0{,}6$ liegt.

Das Produktgas wird nun gereinigt, wobei vor allem der Teergehalt reduziert werden soll, gekühlt und wird als Syngas entweder zu Arbeit weiterveredelt, oder dient als Input für eine nachgeschaltete Fischer-Tropsch-Synthese (FT).

Die Vergaser lassen sich wie folgt differenzieren:

- Bauart
  - Festbettvergaser
    - Gegenstrom-, Gleichstromvergaser
  - Wirbelschichtvergaser
    - Stationäre, zirkulierende Wirbelschicht
  - Flugstromvergaser
- Wärmebereitstellung
  - Autotherm
    - Wärmebereitstellung durch partielle Oxidation des Brennstoffes und exotherme Vergasungsreaktionen.
  - Allotherm
    - *Wärmeeintrag mit heißem Bettmaterial*. Dabei wird als Bettmaterial Quarzsand in einer Brennkammer erwärmt und in den Vergaser eingebracht. Nach Wärmeabgabe an die Brennstoffteilchen Rezirkulierung in die Brennkammer zusammen mit Restkoks und teerbeladenem Filterrückständen. Dieses Verfahren wird im FICFB-Vergaser in Güssing, Österreich, angewendet. FICFB ist die Abkürzung für das patentierte Fast Internal Circulating Fluidzed Bed-Verfahren.

– *Indirekte Beheizung mit Heatpipes*. Hermetisch abgeschlossene Rohre, in welchen ein flüssiges Medium bei gegebener Temperatur im Sättigungsgleichgewicht mit seinem Dampf steht. Wird an einem Ende Wärme entzogen, kondensiert der Dampf. Wird Wärme zugeführt, verdampft die flüssige Phase. Somit existiert ein Gleichgewicht zwischen zugeführten und abgezogenen Wärmeströmen, sodass sich eine konstante Betriebstemperatur in den Heatpipes einstellt. Ein wesentlicher Vorteil dieses Konzepts ist die hohe übertragene Wärmestromdichte, welche die Realisierung kompakter Vergaseranlagen ab einer Leistung von 200 kW erlaubt.

# 5 Realisierte Anlagenkonzepte

Aktuell sind nachstehende Verfahren zur thermischen Vergasung im technischen Maßstab realisiert und befinden sich nunmehr in der Kommerzialisierung. Die Realisierung beschränkt sich allerdings zur Zeit auf Wärme- und Stromerzeugung.

## 5.1 FICFB-Verfahren

**FICFB-Wirbelschichtverfahren (Fast Internal Circulating Fluidzed Bed)**

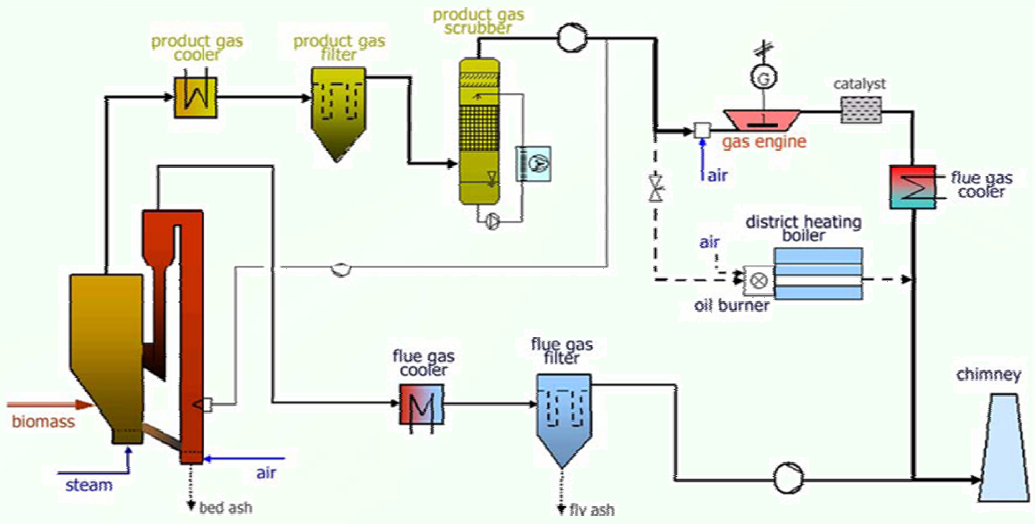


**Abb. 8: Verfahrensschema des in Güssing realisierten Anlagenkonzepts eines Biomassekraftwerks mit partiell allothermen Wirbelschichtvergaser**

**Verfahrensmerkmale**

- Trennung des Wirbelschichtbettes in eine Vergasungs- und Verbrennungsszone
- Verwendung von Wasserdampf als Vergasungsmedium
- Entstehende Reststoffe wie Teere und Wasser werden wieder in die Brennkammer rezirkuliert – keine Abfälle aus der Gasreinigung
- *Syngas* betreibt Gasmotor zur Stromerzeugung
- Nutzung der Prozesswärme als Fernwärme
- Aktuelles Scaling – Brennstoffwärmeleistung: 8 $MW_{th}$

Elektrische Leistung: 2 $MW_{el}$ Wirkungsgrad$_{el}$: 25 %

Nutzwärmeleistung: 4,5 $MW_{th}$ Gesamtwirkungsgrad: 82%

Fernwärmetemperaturen: 120°C / 70°C

Jahresproduktion

Strom: 16 GWh / a Betriebsstunden: 8.000 h / a

Wärme: 36 GWh / a Materialeinsatz: 14.000 t / a

In einer Stunde werden aus 1,8 t Biomasse 2 MW Strom und 4,5 MW Fernwärme erzeugt.

## 5.2 Heat-Pipe-Reformer (HPR)

**Heat-Pipe-Reformer (HPR)**

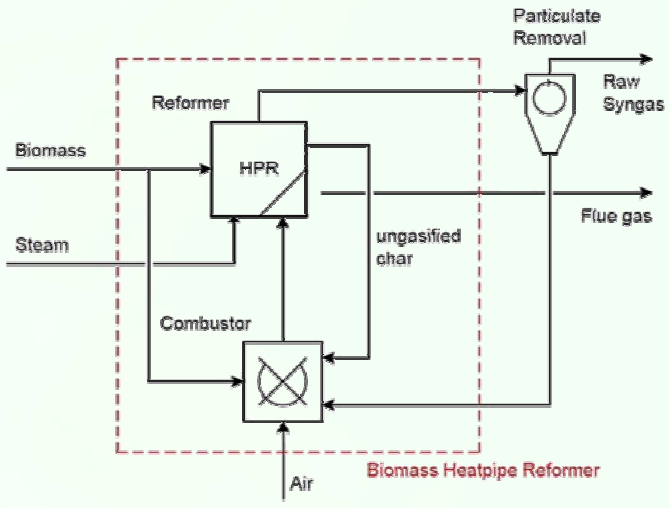


**Abb. 9: Verfahrensschema des allothermen Heatpipe-Reformers mit stationärer Wirbelschicht**

**Verfahrensmerkmale**

- Wirbelschicht und Vergasung in kompakter Bauweise realisiert
- Verwendung von Wasserdampf als Vergasungsmedium
- *Syngas* betreibt Gasmotor zur Stromerzeugung
- Nutzung der Prozesswärme für die Heat-Pipes und Fernwärme
- Hoher Wirkungsgrad durch die Nutzung der Kondensationswärme des Wasserdampfes
- Aktuelles Scaling – Brennstoffwärmeleistung: 1,3 $MW_{th}$

Elektrische Leistung: 0,4 $MW_{el}$ Wirkungsgrad$_{el}$: 30 %

Nutzwärmeleistung: 0,6 $MW_{th}$ Gesamtwirkungsgrad: 80%

Fernwärmetemperaturen: 120°C / 70°C

Jahresproduktion

Strom: 3,2 GWh / a Betriebsstunden: 8.000 h /a

Wärme: 4,8 GWh / a Materialeinsatz: 2.000 t /a (atro)

In einer Stunde werden aus 0,25 t Biomasse 0,4 MW Strom und 0,6 MW Fernwärme erzeugt.

# 6 Weiterführende Verfahrensschritte

## 6.1 Fischer-Tropsch-Verfahren

Es ist eine Aufbaureaktion von CO/$H_2$-Gemischen an Eisen-, Magnesiumoxid-, Thoriumdioxid- oder Cobalt-Katalysatoren zu Paraffinen, Alkenen und Alkoholen. Die Reaktion findet bereits bei Atmosphärendruck (bei höheren Drücken entstehen hauptsächlich Alkene) und bei einer Temperatur von 160°C - 200°C statt und verläuft nach folgenden allgemeinen Formeln:

$n\mathrm{CO} + (2n+1)\mathrm{H_2} \leftrightarrows \mathrm{C}n\mathrm{H_2}n+2 + n\mathrm{H_2O}$ (Alkane)

$n\mathrm{CO} + (2n)\mathrm{H_2} \leftrightarrows \mathrm{C}n\mathrm{H_2}n + n\mathrm{H_2O}$ (Alkene)

$n\mathrm{CO} + (2n)\mathrm{H_2} \leftrightarrows \mathrm{C}n\mathrm{H_2}n\mathrm{OH} + (n-1)\mathrm{H_2O}$ (Alkohole)

Dabei entstehen rund 15% Flüssiggase (Propan und Butane), 50% Benzin, 28% Kerosin (Dieselöl), 6% Weichparaffin (Paraffingatsch), 2% Hartparaffine. Das Verfahren ist für die großtechnische Produktion von Benzin und Ölen aus Kohle, Erdgas oder Biomasse von Bedeutung.

## 6.2 Methanierung

Das an CO und $H_2$-reiche Synthesegas aus der thermischen Vergasung wird über einen Nickelkatalysator geleitet. Bei dieser exothermen Reaktion reagieren CO und $H_2$ zu Methan und Wasser:

$$CO + 3H_2 \leftrightarrows CH_4 + H_2O$$

Durch diese Reaktion entsteht ein $CH_4$-angereichertes Produktgas, das als **S**ynthetic-**N**atural-**G**as (SNG) bezeichnet wird.

# 7 Konzept zur Biomassebeschaffung

Für die energiewirtschaftliche Nutzung von Biomasse gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten: zum einen die nachhaltige Forstwirtschaft, zum anderen die landwirtschaftliche Bereitstellung in *Kurzumtriebsplantagen* (KUP).

*Kurzumtriebsplantagen* sind Anpflanzungen von schnellwachsenden Baumarten wie Pappeln, Weiden oder Robinien, die in den kurzen Produktionszeiträumen hohe Erträge liefern. Nach der Ernte entwickeln sich aus den im Boden verbliebenen Stöcken die Neuaustriebe für die nächste Ernteperiode. Die Gesamtnutzungsdauer einer einmal etablierten Plantage kann somit bis zu 25 Jahren betragen. Der jährliche Biomassezuwachs beträgt je nach Baumart und Wachstumsbedingungen 7 bis 20 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr.

- Baumarten: Pappel, Weide, Robinie
- Umtriebszeit: 2 – 5 Jahre
- Nutzung: bis zu 25 Jahre
- Flächen: landwirtschaftliche Flächen
- Zuwachs: 7 – 20 Tonnen TM pro Hektar und Jahr
- Pflanzdichte: 8.000 – 16.000 Bäume pro Hektar

Die Anbaufolge ist in den nachfolgenden **Abbildungen 10** bis **15** am Beispiel einer Pappelplantage dargestellt.

Abb. 10: Stecklinge

Abb. 11: Pflanzung – die Ruten werden automatisch auf eine Länge von 20 cm geschnitten

Abb. 12: nach 3,5 Monaten

Abb. 13: nach 6 Monaten

Abb. 14: Ernte

Abb. 15: neuer Austrieb

# 8 Bedeutung thermischer Grundlastversorgung

Gemäß EU-Richtlinie müssen die Mitgliedsstaaten zum Teil gewaltige individuelle Anstrengungen unternehmen, um den Anteil an nichtfossiler Energie am Gesamtenergieaufkommen auf das vorgegebene Ziel von 20 % im gesamten EU-Raum zu erreichen.

Während in Österreich alleine die Wasserkraft rund 34% zum Gesamtenergieaufkommen beisteuert, wird etwa Deutschland seinen Anteil an nichtfossiler Energie bis 2020 und 2030 beträchtlich erhöhen müssen. Der forcierte Ausbau alternativer Energie mittels Photovoltaik und Windenergie wird die Netzbetreiber vor große Schwierigkeiten stellen. So geht beispielsweise die Sonne in ganz Deutschland innerhalb von nur 30 min auf. Das bedeutet, dass

- innerhalb dieser Zeitspanne alle Photovoltaikanlagen gleichzeitig Strom zu produzieren beginnen, was zur Überlastung der Niederspannungsnetze führt,
- der Peak der solaren Stromerzeugung antizyklisch zur Lastlinie verläuft, was auch zur Überlastung der Hochspannungsnetze führt, wenn nicht zusätzliche Stromverbraucher ans Netz gehen, da der Überschussstrom dann eingespeist werden muss (siehe **Abb. 16**),

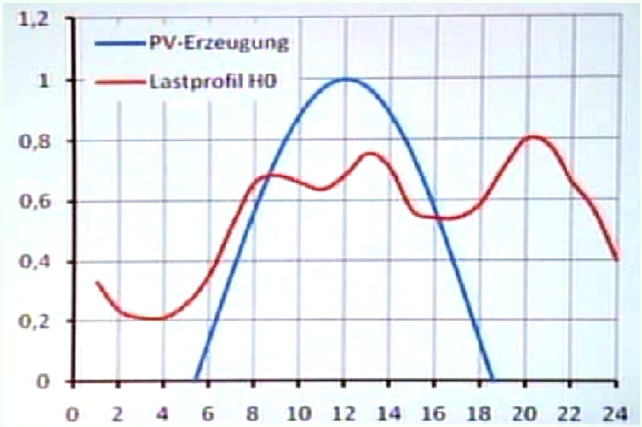


**Abb. 16: Typisches Lastprofil und PV-Stromverlaufskurve**

- bis 2020 de facto nur Pumpspeicherkraftwerke als wirtschaftliche Strompuffer zur Verfügung stehen werden, was bei weitem nicht ausreicht,
- der antizyklische Verlauf der Stromproduktion Spannungsschwankungen nach sich zieht, die Netzinstabilitäten induzieren.

Insgesamt hat der überwiegende Ausbau nichtthermischer Energie zur Folge, dass die Netz- und damit die Versorgungsicherheit drastisch abnehmen werden. Um das Stromnetz stabil zu halten, wird es weiterhin konventioneller Kraftwerke bedürfen, die zum einen die Netzspannung aufrechterhalten müssen, zum anderen um eine Kapazitätsreserve bereitzustellen. Das Verhalten der Netze wird sich damit in naher Zukunft drastisch ändern.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die thermische Energieversorgung auf Basis von Biomasse und organischem Abfall auch deswegen entscheidendes Gewicht, weil zusätzlich die rapide Abnahme der erschwinglichen Verfügbarkeit fossiler Energieträger für die Treibstoff- und Wärmeversorgung eine zunehmende Substitution erforderlich macht.

# 9 Nichtfossile Grundstoffversorgung

Fossile Energieträger sind zugleich die Lieferanten von Kohlenwasserstoffen. Die Entwicklung der Zivilisation in den letzten 60 Jahren ist auch ein Aufstieg zur Kunststoffgesellschaft. Die Basis dafür sind Kohlenwasserstoffe (KW). Aber ebenso wichtig sind KWs für die chemische Grundstoffindustrie. *Syngas* ist der Schlüssel für eine nachhaltige nichtfossile Versorgung mit den benötigten Kohlenwasserstoffen. Die in **Abbildung 6** dargestellten Synthesewege sind verfahrenstechnisch Stand der Wissenschaft. Die Herausforderung besteht nunmehr in der Entwicklung hochspezifischer, leistungsfähiger und kommerzieller Katalysatoren. Das Fischer-Tropsch-Verfahren trägt seinen Namen nach seinen Erfindern Franz Fischer und Hans Tropsch und ist das herausragende Verfahren zur Synthese von Kohlenwasserstoffen aus CO und $H_2$. Es wurde nach dem Ersten Weltkrieg in Deutschland entwickelt. Es ist gleichsam Pate für andere Synthesewege, die nach dem Zweiten Weltkrieg v.a. im Zuge der ersten und zweiten Ölkrise entwickelt wurden und werden. Die kollektive Bewusstwerdung bezüglich der Endlichkeit fossiler Rohstoffe und Verantwortung für die Bewahrung unseres Planeten erhebt die Nachhaltigkeit zur Prämisse einer nichtfossilen Rohstoffgrundlage.

Die allotherme Wasserdampfvergasung eignet sich hervorragend für die Schaffung einer autarken Energie- und Grundstoffversorgung in einem Stück. Sie ist aktuell die einzige erprobte Technologie, die auch mittelfristig den Aufbau einer weitgehend dezentralen thermischen Grundlast- und Grundstoffversorgung auf Basis nachwachsender Roh- und organischer Abfallstoffe sichern kann.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht für kleine modulare Synthesereaktoren mit entsprechender Katalysatorentechnik, die an dezentralen Standorten mit *Syngas*-Anlagen gekoppelt und kommerziell betrieben werden. Die abschließende Veredelung erfolgt dann letztendlich in Raffinerien, die auch als Regional-Batterien betrieben werden können. Von dort erfolgt die Belieferung der chemischen Industrie.

# 10 Ausblick

Die europäische Energiepolitik steht vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung, einem prognostizierten Anstieg des weltweiten Primärenergiebedarfes um mehr als das Doppelte, wobei fossile Energieträger wie Öl, Gas und Kohle auch heute noch 85 % unseres aktuellen weltweiten Primärenergiebedarfes decken. Verschärft wird die „Energielage“ noch durch die Klimaproblematik, die eine drastische und rasche Senkung klimaschädigender Emissionen erfordert.

Für die energiewirtschaftliche Nutzung von lignocellulosehaltiger Biomasse kommt nur die thermo-chemische Konversion in Betracht. Da traditionellerweise damit nur die Verbrennung assoziiert wird, steht die Biomasse im Schatten der alternativen Energiequellen Photovoltaik, Windenergie und Wasserkraft. Es mag dazu auch der Umstand beitragen, dass Biomasse aufgrund der gebundenen chemischen Energie und der daraus resultierenden Vielseitigkeit in der öffentlichen Wahrnehmung nicht so eindeutig belegt ist, wie etwa Solar- und Windenergie.

Aufgrund ihrer kohlenstoffhaltigen Konsistenz ist einzig Biomasse in der Lage, Treibstoff, Wärme und Strom zu liefern. Die Schlüsseltechnologie zur Erschließung dieses Potenzials ist die thermische Vergasung, die nicht nur umweltfreundlich, sondern auch nunmehr in modularen Anlagen realisiert werden kann. In Zukunft wird aber nicht nur Biomasse, sondern auch die thermische Abfallverwertung im Focus thermischer Vergasung stehen. Diese Input- und Produktdiversität ist eine hervorragende Basis für die Entwicklung und den Aufbau dezentraler Systeme zur Energie- und Grundstofferzeugung (Kohlenwasserstoffe) mit regionaler und kommunaler Wertschöpfung. Modulare Anlagenkonzepte werden eine maßgeschneiderte Auslegung der Endenergiebereitstellung an regionale und kommunale Bedürfnisse nahezu in jeder Größenordnung ermöglichen.

Unerlässlich ist auch die Bereitstellung von Reservekapazitäten, da die von alternativen Energiequellen bereitgestellte Endenergie und das Lastverhalten in der Regel nicht zur Deckung kommen, was eine Instabilität der Netze zur Folge hat.

Vor allem kann die thermische Vergasung einen hohen Substitutionsgrad bei konventionellen Kraftstoffen leisten, da der Verbrennungsmotor als Antriebsaggregat auch mittelfristig nicht durch Elektromobilität ersetzt werden kann. Wie in Punkt 2 ausgeführt wurde, ist bei nachhaltiger Nutzung das weltweite lignocellulosehaltige Biomassepotenzial in der Lage einen hohen Deckungsbeitrag auch für den Fall des prognostizierten Anstiegs des Primärenergiebedarfs zu leisten.

Die Zukunft gehört also der dezentralen Energie- **und** Grundstofferzeugung mit Strom, Wärme und Kohlenwasserstoffen (KW). Dazu bedarf es kleiner bis mittelgroßer Anlagen auf Basis thermischer Vergasung von Biomasse und Abfall in modularer Bauweise und mit hohen Wirkungsgraden. Die unter Punkt 5 dargestellten Verfahren markieren den aktuellen Stand der Technik.

**Somit lassen sich mit der thermischen Vergasung Wärme, Treibstoff und Strom in dezentralen Energiesystemen in einer Hand erzeugen!**

# Quellenverzeichnis

1. Abbildungsnachweis

**Abbildung 1 :** Primärenergieverbrauch Industriestaaten im Vergleich mit China, Indien und *we* – Ländern;
„Osteuropa – Achillesferse unserer Energieversorgung?“; Petra Opitz;
PPP; Regensburg 2009

**Abbildung 2 :** Korrelation zwischen Bevölkerungswachstum und Primärenergieverbrauch;
„Zukunftsenergievortrag: Prognosen der Energieversorgung“;
Prof. Dr. Ing. Krause, Alexander Getsos, Frank Ollig;
PPP; Fachhochschule Aachen

**Abbildung 3 :** Reichweite der Ressourcen;
„Zukunftsenergievortrag: Prognosen der Energieversorgung“;
Prof. Dr. Ing. Krause, Alexander Getsos, Frank Ollig;
PPP; Fachhochschule Aachen

**Abbildung 4 :** Die „Strategische Ellipse“ umfasst Russland, Eurasien,
Nahen und Mittleren Osten;
„Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen“;
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; 2006,
www.bgr.bund.de

**Abbildung 5 :** Energiequellen im Überblick;
Eigene Grafik

**Abbildung 6 :** Überblick über die Vielzahl an Konversionsprodukten, die mittels thermischer Vergasung hergestellt werden können;
Eigene Grafik

**Abbildung 7 :** Konversionsschritte der thermischen Vergasung;
Eigene Grafik

**Abbildung 8 :** Verfahrensschema des in Güssing realisierten Anlagenkonzepts eines Biomassekraftwerks mit partiell allothermen Wirbelschichtvergaser; aus „Technik und Möglichkeiten des Einsatzes von Holzgas zur Produktion von Strom und Wärme“; PPP; Renewable Energy Network Austria (reNet Austria); Univ.-Prof. Dr. Hermann Hofbauer;
Technische Universität Wien, Institut für Verfahrens-, Brennstoff-, u. Umwelttechnik

**Abbildung 9 :** Verfahrensschema des allothermen Heatpipe-Reformers mit stationärer Wirbelschicht; Technische Universität Wien, Institut für Energietechnik und Thermodynamik; Website:
http://www.iet.tuwien.ac.at/forschungsbereich_thermodynamik_und_waermetechnik/forschungsgebiete/regenerative_energiesysteme/heat_pipe_reformer/

**Abbildung 10 bis 15 :** CHOREN Industries GmbH; 2010; www.choren.com

**Abbildung 16 :** Typisches Lastprofil und PV-Stromverlaufskurve; aus „SET-Plan der EU und nachhaltige Entwicklung der Energiesysteme bis 2020 – Auswirkungen auf Speicher, Netz und Kraftwerksbetrieb"; Vortrag im Haus am Strom (Kraftwerk Jochenstein) am 21. Oktober 2011; Em. O. Univ. Prof. Dr. Ing. Günther Brauner; Technische Universität Wien Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

2. Tabellennachweis

**Tabelle 1 :** Energiebedarf ausgewählter Regionen und weltweit; Quelle: Literatur zu Weltenergiebedarf; 2012; http://de.wikipedia.org/wiki/Weltenergiebedarf Eigene Grafik

3. Literatur

[1] Quelle: Shell Studie: Dr. Axel Berg; 2012;

[2] Quelle: Research Green Energy, A Summary: The Analysis Paper (Isabel Galiana and Chris Green). Copenhagen Consensus Center; 2012;

[3] Die Nutzung erneuerbarer Energien in Südbaden – Wirklichkeit, Möglichkeiten und Grenzen; Examensarbeit; Phillipp Zürcher; 2004; GRIN-Verlag, 1. Auflage; ISBN 978-3-638-70263-8

**Energie aus Biomasse** – Grundlagen, Techniken und Verfahren; Martin Kaltschmitt, Hans Hartmann, Hermann Hofbauer et al.; Springer-Verlag Heidelberg Dordrecht London New York, 2. Auflage; 2009; ISBN 978-3-540-85094-6

**Das unterschätzte Potenzial der Biomasse und deren Rolle im künftigen Energiemix**; Beitrag von Dr. Hermann Scheer; Memorandum der III. internationalen EUROSOLAR-Konferenz „Der Landwirt als Energie- und Rohstoffwirt“ vom 26. – 28. Januar 2001 in Berlin; http://www.hermannscheer.de/de/images/stories/pdf/Memorandum_LaWi_jan01.pdf

**Dezentrale Energiesysteme – Neue Technologien im liberalisierten Markt**; Jürgen Karl; Oldenburg-Verlag Wien München, 2. Auflage; 2006; ISBN 978-3-486-57722-8

# *Interessensgemeinschaft Syngas (IGS)*

## 1 Zweck

**Der Verein "Interessensgemeinschaft Syngas (IGS)" fördert die thermo-chemische Konversion von Biomasse und aufbereitetem Abfall in Synthesegas kurz *Syngas* und die Entwicklung weiterführender Verfahrenstechnologien.**

**Die Herstellung von Syngas aus Biomasse, aufbereitetem Abfall, sowie dessen Veredelung zu Treibstoff (Benzin, Diesel, SNG) und Kohlenwasserstoffen (als Basis für die Kunststoffsynthese) ist die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts.**

**Die Tätigkeit des Vereines umfasst u.a. nachstehende Agenden:**

- ⇨ ***Public-Relations***, **welche die thermische Vergasung als Stand der Technik thermo-chemischer Verfahrenstechnik im öffentlichen Bewusstsein neben Photovoltaik und Windenergie manifestieren soll.**
- ⇨ ***Koordination und Integration von Forschung und Entwicklung*** **zur Verfahrenstechnik thermischer Vergasung, Evaluierung technischer Anforderungen und Standards, deren Dokumentation und Publikation.**
- ⇨ ***Förderung von Lehre, Forschung und Praxis*** **der thermischen Vergasung zugrundeliegenden Verfahrenstechnik an Universitäten, Fachhochschulen, Höheren Lehr- und Versuchsanstalten und sonstigen facheinschlägigen Institutionen privaten und öffentlichen Rechts.**
- ⇨ ***Förderung seminaristischer und kursmäßiger, berufsbegleitender Fortbildung***, **welche die Heranbildung von Technikern, Energie- und Umweltmanagern mit verfahrenstechnischen Kenntnissen der thermischen Vergasung ermöglicht.**
- ⇨ ***Bildung eines Forums*** **mit Internetplattform mit Organisation von Tagungen, Exkursionen und periodischem Berichtswesen.**
- ⇨ ***Beteiligung an Kongressen*** **und sonstigen Veranstaltungen im In- und Ausland bzw. die Organisation derartiger Fachveranstaltungen.**
- ⇨ ***Internationale*** **Zusammenarbeit.**

# 2 Ziele

- **Technologie**
  - **Förderung der Forschung, Entwicklung und Realisierung von**
    - ⇨ **Technologien zur thermischen Vergasung von Biomasse und Abfall zu *Syngas*, (Schritt 1)**
    - ⇨ **Technologien zur stofflichen Aufbereitung von *Syngas* mit z.B. Fischer-Tropsch, (Schritt 2)**
    - ⇨ **Technologien zur Aufbereitung der aus Schritt 2 gewonnen KW-Fraktionen zu Treibstoffen und Grundstoffen der chemischen Industrie, (Schritt 3)**
    - ⇨ **leistungsstarken Vergasern und Aggregaten für Stromerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**

    **zum Stand der Technik,**
  - **Entwicklung modularer Anlagen- und Standortkonzepte, die eine Versorgung mit Treibstoff, Wärme, Strom aus einer Hand ermöglichen,**
  - **Aufbau dezentraler Energieversorgungssysteme auf kommunaler Ebene und für die lokale Industrie,**
  - **Substitutionsmöglichkeit diverser Erdölderivate durch *Syngas*-Derivate (qualitativ),**
  - **Deckung des Bedarfes an Kohlenwasserstoffen gemäß der jeweiligen technischen Entwicklung (quantitativ).**
- **Ökologie und Ökonomie**
  - **Realisierung der Autarkie von fossilen Kohlensoffen,**
  - **Nachhaltige Energie- und Grundstoffversorgung,**
  - **Optimierung des Anlagenbetriebes in Bezug auf Klimabilanz und $CO_2$-Emission,**
  - **Dezentrale Grundlastversorgung mit Strom und Wärme,**
  - **Nachhaltige Bereitstellung von Biomasse aus Landwirtschaft und organischem Abfall aus der Abfallwirtschaft,**
  - **Schaffung neuer Arbeitsplätze,**
  - **Steigerung der regionalen Wertschöpfung.**

- **Forschung und Entwicklung**
  - **Kooperation mit**
    - ⇨ **Universitäten und Fachhochschulen,**
    - ⇨ **Kongenialen Verbänden (Biomasseverband, Agentur für Nachwachsende Rohstoffe u.a.),**
    - ⇨ **Wirtschaft (WK, Unternehmer- und Gremialverbände, freie Wirtschaft, Energieversorger u.a.),**
    - ⇨ **Kommunen (Gemeinden, Gemeinde- und Städtebund, sonst. kommunale Verbände),**
    - ⇨ **Finanzbereich (Stiftungen, Förderstellen, Fonds, Sponsoren u.a.),**
  - **Referenzanlage**
    - ⇨ **Inputdiversität (Biomasse, aufbereiteter Abfall),**
    - ⇨ **Fischer-Tropsch-Reaktor, Methanierung und andere Synthesen der chemischen Verfahrenstechnik,**
    - ⇨ **Beteiligungsportfolio (Wissenschaft, Entwickler, Wirtschaft, Förderstellen, Finanzbereich, Kommunen),**
    - ⇨ **Projekterstellung und Einreichung,**
    - ⇨ **Umsetzung und Publikation,**
    - ⇨ **Patentrechtliche und wirtschaftliche Verwertung,**

# 3 Ad conclusionem: The Call of Duty

**Neue Technologien leiden stets unter dem Problem der repetitiven Überzeugungsarbeit. Die zunehmende Krisis endlicher Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe und die Debatte um eine mögliche Klimakatastrophe rufen verschiedentlich Apologeten eines düsteren Energiemangel- und Klima-Endzeitalters auf den Plan – die Assoziation mit den um die Zeitenwende des 1. Jahrtausends durch das Land ziehenden Flagellanten, die ungnädiges Schicksal durch Sühnegeißelung abzuwenden suchten, eine wahrlich bedrückende Imagination! Dazu gesellen sich diverse Erfinder mit Alleinstellungsanspruch ihrer technischen Lösungen – die Energiewende als Betätigungsfeld obskurer Spekulation und einschlägiger Experten.**

**Vor diesem Hintergrund müssen seriöse wissenschaftliche Forschung und Entwicklung bestehen und stets aufs Neue ein der Missionierung adäquates, aufwendiges und mühseliges Überzeugungsprocedere durchlaufen, erschwert durch eine dem Laienpublikum,**

**aufgrund der wenig überschaubaren komplexen verfahrenstechnischen Zusammenhänge, kaum vermittelbare Abgrenzung gegenüber vermeintlichen Lösungen, die nicht Stand der Technik sind. Auch deswegen befinden sich Forscher und Entwickler mit ihren nach den strengen Regeln von Wissenschaft und Technik erschaffenen Technologien in der Bredouille von Spekulation, begleitender Skepsis und finanziellem Mangel.**

**The "Call of Duty" ergeht daher an eine kompetenz- und agitationsmächtige Gemeinschaft, welche die *Syngas*-Herstellung im öffentlichen Bewusstsein im Vergleich mit alternativer Energiegewinnung als ultima ratio kontrapositioniert und argumentiert.**

***So wie pflügende Hand und säende Gebärde des Landmannes unser tägliches Brot für alle schaffen, so schafft IGS die Grundlage nichtfossiler Freiheit und Sicherheit für das Gemeinwohl, indem sie die Schwerpunktbereiche***

- ***Public-Relations***
- ***Technologie***
- ***Forum und Internetplattform***
- ***Wissensmanagement***
- ***Informative Unterstützung***
- ***Kapitalisierung***

***bereitstellt.***

**Dies ist jedoch nur die erste von zwei Seiten von "The Call of Duty", gewissermaßen die Bringschuld. Die zweite Seite, die Holschuld, nimmt allfällige Adressaten in die Pflicht. Adressaten sind im Besonderen:**

- ***Forscher und kommerzielle Interessenten***
- ***Kommunen als Basis einer dezentralen Energie- und weiterführenden Grundstoff-Versorgung***
- ***Chemische Industrie und Wirtschaft***
- ***Biomasseproduzenten und Vertrieb***
- ***Waldbesitzerverbände und Forstwirte***
- ***Bauernkammern***
- ***Landwirtschaftskammern***
- ***Energieversorger auf der Suche nach Exit-Strategien für fossile Feuerungswärme-leistung***
- ***Sponsoren***
- ***The Call of Duty-Berufene***

***The Call of Duty*** 😕 ☞ ***The Duty of the Called*** 🙂

# 4 Adresse und Kontakt

### *Adresse*

*Interessensgemeinschaft Syngas (IGS)*
c/o Mag. Wolfgang Eilenberger
Unternehmensberatung
Lichtenfelsgasse 5/10
1010 Wien

### *Kontakt*

Dipl.-Ing. Rudolf Hammer
Tel.: +43 664 1929 786
Email: office@syngas.at
Home-Page: www.syngas.at

**IGS**

***Nichtfossile Energiewende = Syngaswende jetzt!***

***Für eine dezentrale Energie- und Grundstoffversorgung***

***Mach mit !!!***

-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-