



Branchenpapier Kokereien und Raffinerien

Stand: 10.06.2013

Erarbeitet von Wuppertal Institut und Ecofys

Prozessoptimierungen und beste verfügbare Technologien (BVT) (kurz- bis mittelfristig bis 2030):

Rahmenbedingungen:

Koks wird vor allem in den Hochöfen der Stahlhüttenwerke verwendet (z.B. Kokerei Schwelgern am Stahlstandort Duisburg). Dessen Herstellung aus qualitativ hochwertiger Kokskohle erfordert einen erheblichen Energieaufwand. Bei der Erhitzung von Kokskohle entstehen ungefähr 75 % Koks und 25 % Rohgas. Rund 40 % des eigenen Kokereigases wird in der Kokerei für die Beheizung der Koksöfen eingesetzt; 60 % werden in das Fernnetz eingespeist (Fraunhofer ISI/IREES/Hassan 2011).

Die Raffinerien in Deutschland sind durch stark unterschiedliche Verarbeitungsstrukturen geprägt und die Emissionsreduktionspotentiale in der Branche unterscheiden sich daher erheblich (rwi 2011). Der Energieverbrauch wird maßgeblich durch das Raffineriedesign bestimmt. Einfache Standorte, die nur über eine einfache atmosphärische Destillation und eine einzige Konversionsanlage verfügen verbrauchen weniger Energie als komplexe Raffinerien mit katalytischen Crack- und Hydrocrackanlagen (dena 2011), wie bspw. die Rheinland Raffinerie. Mit ihren Standorten Köln-Godorf und Wesseling ist sie die größte Raffinerie Deutschlands. Der Energieverbrauch ist außerdem abhängig vom Anteil leicht siedender Kohlenwasserstoffe und dem Schwefelgehalt der verwendeten Rohölsorten. Circa die Hälfte des in Deutschland genutzten relativ schweren und schwefelhaltigen Öls aus Russland verursacht bei der Verarbeitung einen vergleichsweise hohen Energieaufwand (dena 2011).

Die Mineralölindustrie hat ihre spezifischen CO₂-Emissionen je Tonne Bruttoreffinerieerzeugung im Jahr 2010 im Vergleich zu 1990 um 20,0 % gesenkt und damit ihre Selbstverpflichtung weit übertroffen (rwi 2011). Ein Großteil der Bemühungen der Branche bezieht sich jedoch auf die Minimierung des Emissionsanteils der Endprodukte, wie Kraftstoffe, Heizöl und Vorprodukte für die Kunststoffindustrie. Den Angaben des Verbands zufolge, wurden die Verbesserungen der Energieeffizienz durch Anforderungen an Produktqualitäten seit 2000 immer mehr aufgewogen. Zum Beispiel geht die Herstellung von schwefelarmen Kraftstoffen (ab 2000 mit 50 ppm, seit 2003 mit nur noch 10 ppm) mit einem höheren Energieeinsatz in den Raffinerien einher. Zudem erfordert die Herstellung von Diesel durch den erhöhten Wasserstoffbedarf

Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen



gegenüber Benzin nach Angaben des Verbandes einen erhöhten Energieeinsatz (MWV 2007: 4f In: rwi 2011). Die Beimischung von Bio-komponenten seit 2004 sowie das Anfang 2007 in Kraft getretene Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) hebt diese Effekte zum Teil wieder auf. Insgesamt haben vor allem viele kleine Einzelmaßnahmen (intensives Monitoring, Ertüchtigung von Luftvorwärmer (Luvo) Kesseln, Umbau von Pumpen und Antriebsmotoren, Luftkompressoren, Druckreduzierung in Dampfleitungen, regelmäßige Reinigung der Anlagen, Kontrolle der Energieverbrauchswerte, etc.) zur Verbesserung der Energieeffizienz und damit zur Senkung der Emissionen geführt (rwi 2011).

Minderungsstrategien:

Handlungsfeld Steigerung der Energieeffizienz

Strategien	Minde-rungspo-tenzial (++, +, o)	Umsetz-barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Effizienzverbesserungen an Öfen, u.a. durch Steuerung der Sauerstoffzufuhr, Erneuerung von Brennersystemen, Luftvorwärmung sowie systematischere Wartung, optimiertes Ofenmanagement (Steuerung der Sauerstoffzufuhr)	+		Umsetzbarkeit gegeben, in NRW allerdings nur noch relativ geringen Potentiale zu heben.
Erhöhung der Wärmeintegration, insbesondere durch die Optimierung von Dampfsystemen und die systematischere Nutzung von Prozesswärme	+		kostenintensiv
Effizienzverbesserungen elektrischer Antriebssysteme	+		Im Verhältnis zur Energieintensität von Raffinerien und Kokereien geringes Potential.

Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen



Strategien	Minde- rungs- potenzial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Verbesserung der Prozessführung durch Erneuerung und Modifizierung zentraler Anlagenkomponenten auf BAT-Standard	+		Zu klären wie weit die Industrie in NRW schon ist.
EDV-gestützte Leitsysteme zur Automatisierten Regelung von Prozessen (Advanced Control)	+		
Ausdehnung der Stromproduktion durch KWK	+		
Ertüchtigung eines Luvokessels			
Effizienzverbesserungen an Pumpen, Antriebssystemen und Kompressoren, Druckreduzierung in Dampfleitungen	+		
regelmäßige Reinigung der Wärmetauscher- und Wärmeerzeugungsanlagen während der turnusmäßigen Raffineriestillstände sowie die Kontrolle der Energieverbrauchswerte	+		
Verkürzung der Leitungswege und Isolation von Leitungen	+		

Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen



Strategien	Minde- rungs- potenzial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Einblasen von Kohlenstaub	o		Potenzial in Deutschland bereits weitestgehend erschöpft



Handlungsfeld Energieträgerwechsel

Strategien	Minde- rungs- po- tenzial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Weitere Entwicklung und Erforschung des Bioraffine- rie-Ansatzes	+		Kurzfristiges Potential und Umsetzbarkeit noch gering, da noch großer Forschungsbedarf besteht.
Sukzessive Substitution fossiler Energieträger durch biogene Rohstoffe.	+		Aufgrund der hohen benötigten Temperaturen, insbe- sondere in Kokereien (>1000°C) eignet sich haupt- sächlich, in Erdgasqualität aufbereitetes Biogas (kos- tenintensiv).
Nutzung der Rückstände aus der Destillation als Son- derbrennstoff zur Erzeugung von Wärme oder Strom im betriebseigenen Kraftwerk oder Vergasung mit anschließender Stromerzeugung durch Verbrennung oder die Gewinnung von Wasserstoff und anderer Chemikalien	+		Teilweise Deckung des Eigenverbrauchs über Abfall- produkte möglich, bzw. Weiterleitung an angrenzende Industriebetriebe, bzw. Einspeisung ins Netz



Handlungsfeld Reduktion prozessbedingter Emissionen

Strategien	Minde- rungs- po- tenzial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Weitestmögliche Optimierung und Zusammenführung von CO ₂ -Strömen an Raffinerien, um die Kosten der CO ₂ -Abscheidung zu verringern	++		Potential ist groß, hängt aber stark von der zukünftigen Entwicklung und Akzeptanz von CCS ab. Kurzfristig ist die Umsetzbarkeit daher nicht gegeben.
Prüfung und Analyse des Potentials für CCS/CCU in nordrhein-westfälischen Raffinerien	++		Potential ist groß, hängt aber stark von der zukünftigen Entwicklung und Akzeptanz von CCS ab. Kurzfristig ist die Umsetzbarkeit daher nicht gegeben.
Optimierung des Befüllvorganges von Koksöfen (verbesserte Ausführung der Füllteleskope hinsichtlich Abdichtung zwischen Ofen und Umgebung, Optimaler Befüllvorgang durch drehzahlge-regelte Förderschnecken, „Controlled Charging“ - optimiertes Befüllen der Ofenkammern durch volumetrisches Füllen)	+		Geringes Potential
Verbesserung der Dichtsysteme in Verbindung mit der Einzelkammerdruckregelung (Emissionsverringern an Koksöfen und Fülllöchern)	+		Verhältnismäßig Kostenintensiv für relativ geringes Einsparpotential
Fackelgas-Rückgewinnungssystem für Raffinerien (Weber Engineering)	++		Der ROI einer Fackelgasrückgewinnungsanlage mit einer Kapazität von 100.000t liegt bei etwa 10-14 Monaten.



Handlungsfeld Klimaverträgliche Gestaltung des Produktportfolios

Strategien	Minde- rungs- po- tenzial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Weiterentwicklung des Produktportfolios auf Produkte mit geringerem Ressourcen- und Klima-Impact für dieselbe Dienstleistung, insbesondere weitere Erforschung und Entwicklung des Bioraffinerieansatzes			
Entwicklung hocheffizienter Anwendungstechniken für flüssige Brennstoffe entwickelt. Aktuelle Projekte sind hier: Zeolith-Kompaktheizgeräte (Adsorptionswärmepumpen/Öl-Brennwertgeräte) sowie Strom erzeugende Heizungen auf Basis der Öl-Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung			
Fortführung von Labor- und Feldversuchen zum Einsatz von flüssigen Brennstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen			



Alternative Technologien (langfristig bis 2050):

Rahmenbedingungen:

Langfristig (bis zum Jahr 2050) ist mit größeren Verbrauchsminderungen in den Branchen zu rechnen. Diese erklären sich aus der abnehmenden Rolle von Kohlen und Kohlenprodukten sowie von Mineralölprodukten, die teilweise durch Energieeinsparungen, Erdgas oder erneuerbare Energien substituiert werden. Zudem wird die Mineralölindustrie vermehrt durch die Erzeugung der Biokraftstoffe der 2. und 3. Generation geprägt werden.

Minderungsstrategien:

Handlungsfeld Steigerung der Energieeffizienz

Strategien	Minde- rungs- potenzial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Kokstroockenkühlung	++		Die Kokstroockenkühlung ist in anderen Ländern weiter verbreitet (z.B. in Japan und China). In NRW und Deutschland ist die Kokskühlung bereits sehr effizient. Eine Trockenkühlung wird bislang aber nicht angewendet. Eine Nachrüstung an bereits bestehende Kokereien ist aufwendig, da der Maschinensatz (Löschwagen etc.) angepasst werden müsste. Ggf. bei Neubau oder wesentlichen Umbauarbeiten von Kokereien möglich (erfordert allerdings relativ hohe Investitionen; außerdem muss Nasskühlung als Ersatztechnologie bereitgestellt werden)
SCOPE 21 - Next Generation Coke Making Technology (schnellere Vorwärmung der Kohle, schnelle Karbonisierung bei niedriger Temperatur,	++		Entwickelt in Japan; vermindert Energieverbrauch und Emissionen um 21% (http://ietd.iipnetwork.org/content/coke-making)

Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen



Strategien	Minde- rungs- poten- zial (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Nutzung von mittlerer Temperatur Öfen)			



Handlungsfeld Energieträgerwechsel

Strategien	Minde- rungs- potenzi- al (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
Perspektivisch Realisierung des Bioraffinerie- Ansatzes	++		



Handlungsfeld Reduktion prozessbedingter Emissionen

Strategien	Minderungspotenzial (++, +, o)	Umsetzbarkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen
<p>Rückgewinnung von Benzindämpfen aus Umfüllvorgängen durch ein kombiniertes Absorptions-/Adsorptionsverfahren</p> <p>Verminderung von Kohlenwasserstoff-Emissionen in einem raffineriefernen Tanklager durch Gaspendingelung, Druckspeicherung und Verbrennung der Überschussluft in einem Gasmotor mit Generator</p> <p>Wissensbasierte Steuerung vernetzter Stoffströme: Optimierung und Kreislaufschluss von Heizgasen einer Raffinerie zur Emissionsreduzierung</p> <p>Entwicklung und Bau eines mobilen gasdichten Decanters zum Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich (z.B. in Raffinerien und Tanklagern)</p> <p>Kolloidstabilität der Mischung von Erdöldestillationsrückständen und Kunststoffabfällen zur Weiterverarbeitung in einem Coprozessing</p>	+		



Handlungsfeld Klimaverträgliche Gestaltung des Produktportfolios

Strategien	Minde- rungs- potenzi- al (++, +, o)	Umsetz- barkeit (rot, gelb, grün)	Weitere Anmerkungen



Weiterführende Literatur:

- Air Products (2012): Neue Air-Products-Großanlage zur Wasserstoffproduktion aus Raffineriegasen senkt CO₂-Emissionen, <http://www.airproducts.com/company/news-center/2012/02/0215-air-products-hydrogen-plant-in-rotterdam-botlek-german.aspx>.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2011): Ungeliebt, aber unentbehrlich. Bedarf und Produktion von Mineralöl im künftigen Energiemix, http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Presse/studien_umfragen/Raffineriestudie/Bedarf_und_Produktion_von_Mineraloel_im_kuenftigen_Energiemix.pdf.
- Cleaner Production Germany: Unter „Projekte und Publikationen – Raffinerie“, [http://www.cleaner-production.de/projekte-publikationen.html?tx_exozetcpgproject_projects\[sword\]=Raffinerie&tx_exozetcpgproject_projects\[search\]=1&tx_exozetcpgproject_projects\[cat\]=2334&tx_exozetcpgproject_projects\[execute\]=0&tx_exozetcpgproject_projects\[page\]=1&cHash=7262d26a6bb0120a26d581eeb44a4816](http://www.cleaner-production.de/projekte-publikationen.html?tx_exozetcpgproject_projects[sword]=Raffinerie&tx_exozetcpgproject_projects[search]=1&tx_exozetcpgproject_projects[cat]=2334&tx_exozetcpgproject_projects[execute]=0&tx_exozetcpgproject_projects[page]=1&cHash=7262d26a6bb0120a26d581eeb44a4816)
- EnBW; E.ON Energie; RWE Power; Vattenfall Europe (2009): Energiezukunft 2050: Teil II - Szenarien. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. http://www.ffe.de/download/berichte/Endbericht_Energiezukunft_2050_Teil_I.pdf
- Fraunhofer ISI; IREES; Hassan, A. (2011): Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen von industriellen Branchentechnologien durch Prozessoptimierung und Einführung neuer Verfahrenstechniken. Schlussbericht No. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 3709 46 130. Karlsruhe, Berlin: Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), IREES GmbH, TU Berlin.
- ifeu/Fraunhofer ISI (2011): Endbericht Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg Oktober 2011
- Institute for Industrial Productivity: <http://ietd.iipnetwork.org/content/coke-making>
- IT.NRW (2011): Energiebilanz und CO₂-Bilanz in Nordrhein-Westfalen 2009. No. E443200900. Statistischer Bericht. Düsseldorf: Information und Technik Nordrhein-Westfalen.
- McKinsey Deutschland (2007): Kosten und Potentiale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland - Sektorspektive Industrie. Berlin.

Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen

- Salzgitter Flachstahl: Ein Beitrag zur Energieeffizienz und zum Klimaschutz, Neue hocheffiziente Kraftwerksanlagen, http://www.salzgitter-flachstahl.de/de/Ueber_uns/Umweltschutz/Umweltprojekte/Kraftwerk/.
- Siemens (2009): Energie aus Emissionen, http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-fall-2009/html_de/energie-aus-emissionen.html.
- Stahlinstitut VDEh Wirtschaftsvereinigung Stahl (2010): Wege zur Effizienzsteigerung in der Stahlindustrie Faktensammlung (Stand: September 2010), http://www.stahl-online.de/medien_lounge/Hintergrundmaterial/Effizienzsteigerung_dt.pdf.
- Verein Deutscher Kokereifachleute e.V. (2008): Vortragsveröffentlichung Kokereitechnik, Fachtagung Kokereitechnik im Evonik-Haus der Evonik, Industries AG, Essen, 08. und 09. Mai 2008. http://www.vdkf-ev.de/imb/generell/all_files/beitraege/2008/Vortragsband-2008.pdf.
- UBA (Hrsg.) (2009): Politikszenerarien für den Klimaschutz V - Auf dem Weg zum Strukturwandel. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Climate Change. Dessau-Roßlau.
- Weber Engineering: Fackelgas-Rückgewinnungssysteme, <http://www.weber-unternehmensgruppe.com/weber-engineering/leistungen/fackelgas-rueckgew/>.
- WWF (2009): Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050. Vom Ziel her denken. Basel/Berlin.

