

# Die wirtschaftliche Bedeutung der Ölsande in Kanada



Fachbereichsarbeit in Geographie und Wirtschaftskunde  
Fachprüfer: Prof. Mag. OStR. Michael Floiger

Peter Tobler, 8. B  
Schuljahr 2006 / 2007

# Vorwort

Das 1. Semester des Schuljahres 2005/2006 habe ich in British Columbia in Kanada absolviert. Die Größe, die Kultur, die Wirtschaft und die Landschaft Kanadas haben mich sehr beeindruckt. Auch die ausgezeichnete Lebensqualität hat mich erstaunt. Mir war klar, dass Kanada ein rohstoffreiches Land ist und viele natürliche Ressourcen zu bieten hat, allerdings habe ich erst vor Ort erfahren, dass insbesondere in Alberta der Ölsandabbau und die Ölsandverarbeitung seit einiger Zeit wichtige wirtschaftliche Faktoren sind und stetig an Bedeutung gewinnen. Dieser so genannte „Ölsand“ könnte trotz aufwändiger Abbauverfahren durch Einsatz modernster Technologien und bedingt durch die steigenden Ölpreise im Nahen Osten die Abhängigkeit von den klassischen Ölländern wahrscheinlich langfristig reduzieren. Um mehr über dieses Thema und diese wichtige Energieressource zu erfahren, habe ich mich entschlossen, diese Fachbereichsarbeit zu verfassen.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Mag. OStR. Michael Floiger, der mich angespornt hat und mir Anregungen gab, wenn ich Probleme bei der Bewältigung des Themas hatte.

Zu besonderem Dank bin ich auch Herrn Dr. Josef Lichtscheidl von der OMV AG verpflichtet, der mich in einem langen Gespräch ausführlich mit dem gegenständlichen Thema vertraut gemacht hat und mir auch Fachunterlagen zur Verfügung gestellt hat.

Weiters möchte ich mich bei Herrn Werner Kesel von der Firma WorleyParsons MEG aus Calgary bedanken, der mir einerseits in langen Telefonaten sehr viel über den Ölsandabbau und die in Kanada eingesetzten Verfahren erklärt und mir andererseits Literatur zur Verfügung gestellt hat, die öffentlich schwer zugänglich ist.

Mein weiterer Dank geht an Herrn Dr. Chandrasekhar Ramakrishnan, der mir weitere Unterlagen zum Thema zur Verfügung gestellt hat und mir telefonisch für fachspezifische Fragen zur Verfügung gestanden ist.

Baumgarten, Februar 2007

Peter Tobler

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Kanada</b>	<b>7</b>
2.1	Überblick . . . . .	7
2.2	Landschaft, Geologie, Bodenschätze und Energieträger . . . . .	9
2.3	Wirtschaft - Vom Biberfell zur Ölindustrie . . . . .	12
2.3.1	Überblick und Entwicklung . . . . .	12
2.3.2	Landwirtschaft . . . . .	15
2.3.3	Forst- und Holzwirtschaft . . . . .	18
2.3.4	Andere Wirtschaftszweige . . . . .	18
2.3.5	Energiewirtschaft . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Möglichkeiten der Erdölgewinnung</b>	<b>22</b>
3.1	Konventionelles Erdöl . . . . .	22
3.2	Unkonventionelles Erdöl . . . . .	22
3.2.1	Tiefseeöl . . . . .	23
3.2.2	Polares Öl . . . . .	23
3.2.3	Öl aus Kohle . . . . .	23
3.2.4	Ölschiefer . . . . .	23
3.2.5	Ölsand . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Ölsand in Kanada</b>	<b>25</b>
4.1	Geschichte . . . . .	25
4.2	Vorkommen . . . . .	27
4.2.1	Kanada . . . . .	27
4.2.2	Vorkommen in anderen Ländern . . . . .	30
4.3	Gewinnung von Ölsand . . . . .	31
4.4	Beteiligte Firmen . . . . .	36
4.5	Rentabilität . . . . .	39
4.6	Problematik . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Wirtschaftliche Bedeutung der Ölsandvorkommen</b>	<b>48</b>
5.1	Bedeutung für Kanada . . . . .	49
5.2	Bedeutung für die Weltwirtschaft . . . . .	51
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>54</b>
7.1	Alberta's Oil Sands 2004 (Publikation) . . . . .	54
7.2	Vom Ölsand zum synthetischen Rohöl (Fotos) . . . . .	61

---

7.3 Ölsandanlage am MacKay River (Fotos) . . . . .	63
<b>8 Literaturverzeichnis</b>	<b>66</b>
<b>9 Abbildungsverzeichnis</b>	<b>68</b>
<b>10 Glossar</b>	<b>71</b>

# 1 Einleitung

Ölsand ist ein Gemisch aus Sand, Schlamm, Lehm, Wasser und besteht bis zu 12% aus dem wertvollen Kerogen. Die größten Vorkommen gibt es in Kanada und in Venezuela. Ölsand wird sowohl im Tagebau als auch in situ gefördert, wobei neuere Projekte fast ausschließlich die In-situ-Methode verwenden. Bis vor kurzem war die Produktion sehr unrentabel, allerdings wird sich durch den steigenden Ölpreis und durch die technischen Fortschritte die Nutzung dieser Ressource in Zukunft immens erhöhen. Besonders in Kanada wird Ölsand immer mehr als wichtiger Wirtschaftsfaktor der Zukunft gesehen und der Abbau wird daher auch durch die Regierung gefördert.

Ölsand ist für die Wirtschaft deshalb so interessant, weil man daraus synthetisches Rohöl herstellen kann. Dieses synthetische Rohöl wiederum kann, wie konventionelles Rohöl, in Endprodukte wie Benzin, Kerosin, Schmieröl und Heizöl umgewandelt werden. Die größten Ölsandvorkommen befinden sich in der Provinz Alberta. Diese decken mehr als 50% der Ölsandreserven Kanadas ab. Durch diese Reserven ist Kanada nun auf Platz zwei unter den Ländern mit großen Ölvorkommen gerückt. Rund 24 Milliarden Tonnen Ölreserven sollen Kanada zur Verfügung stehen. Platz eins nimmt Saudi-Arabien mit rund 36 Milliarden Tonnen ein. An dritter Stelle befindet sich der Irak, dessen Ölvorkommen auf circa 15 Milliarden Tonnen geschätzt werden.

Durch den Ölreichtum Kanadas werden das Bruttoinlandsprodukt, das Einkommen der Arbeitnehmer und die Staatseinkünfte in den nächsten Jahren erheblich ansteigen. Bereits jetzt machen der Ölsandabbau und die Ölsandverarbeitung 9% des Bruttoregionalproduktes in Alberta aus. Aufgrund des wirtschaftlichen Impulses, ausgelöst durch den Ölsandabbau, könnten bis 2020 mehr als eine Viertelmillion Arbeitsplätze in Kanada geschaffen werden (vgl. [20, S. X]).

Dennoch ist die Verarbeitung von konventionellem Öl wesentlich einfacher und belastet die Umwelt in geringerem Ausmaß als die Ölsandverarbeitung, da sie weit weniger Arbeitsschritte erfordert. Doch durch die Kriege im Nahen Osten und die stetig steigende Nachfrage - vor allem aus dem derzeit wirtschaftlich aufstrebenden China - schießen die Erdölpreise kontinuierlich in die Höhe. Dieser stetige Ölpreisanstieg ist in Abbildung 1 ersichtlich. Einerseits wird die Erschließung von alternativen Kraftstoffquellen daher immer dringlicher, andererseits wird durch die technischen Fortschritte auf dem Gebiet der Ölsandextraktion die Produktion von synthetischem Öl immer wirtschaftlicher.

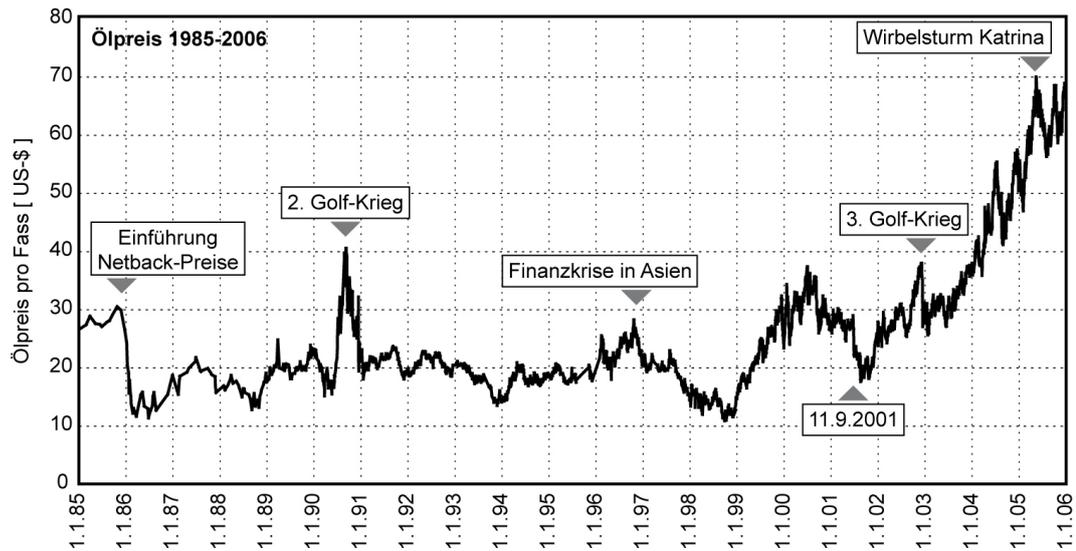


Abbildung 1: Ölpreisentwicklung 1985 - 2006

Gerhard Keppner meinte in „Zündstoff Erdöl. Das Ende des Öl-Zeitalters“ (Wien-München, 1979), dass die Ölreserven vorraussichtlich noch vor Ende des 20. Jahrhunderts drastisch verknappen werden und brutale Verteilungskriege auslösen würden. So ein Verteilungskrieg war in gewissem Sinne der Erste Golfkrieg, der von 1980 bis 1988 dauerte. Die von Keppner angekündigte Verknappung ist nicht eingetreten, weil durch ständig verbesserte geologische Suchmethoden immer mehr Quellen gefunden werden. Trotzdem werden in einigen Jahrzehnten die letzten Erdölvorräte aufgebraucht sein.

## 2 Kanada

### 2.1 Überblick

Kanada ist ein Staat in Nordamerika und mit knapp 10 Mio. km<sup>2</sup> nach Russland das zweitgrößte Land der Erde. 9,1 Mio. km<sup>2</sup> der Fläche Kanadas sind Landmasse. Die Wasserfläche beträgt rund 1 Mio. km<sup>2</sup>. Das Land besteht aus 10 Provinzen und 3 Territorien<sup>1</sup>:

- **Provinzen:**

1. Alberta
2. British Columbia
3. Manitoba
4. Newfoundland
5. New Brunswick
6. Nova Scotia
7. Ontario
8. Prince Edward Island
9. Quebec
10. Saskatchewan

- **Territorien (Canadian Northland):**

1. North-West Territories
2. Nunavut
3. Yukon Territory

Einen Überblick über die Provinzen und Territorien verschafft Abbildung 2.

---

<sup>1</sup>Territorien gehören zu keiner der Provinzen und haben weniger eigene Kompetenzen als die Provinzen.



Abbildung 2: Kanada, Politische Landkarte

Die Hauptstadt Kanadas ist Ottawa. Ottawa liegt im östlichen Teil der Provinz Ontario. Kanada hat nur 31 Mio. Einwohner, die Bevölkerungsdichte ist daher mit 3,2 Einwohner pro km<sup>2</sup> sehr gering. Rund 55% aller Einwohner leben in den 30 größten Städten Kanadas, wie zum Beispiel Toronto, Montreal, Vancouver, Calgary, Quebec, Ottawa, Edmonton und Winnipeg.

Der Name „Kanada“ leitet sich von „kanata“ ab, einem irokesischen Wort für Dorf oder Siedlung. Anerkannte Amtssprachen sind Englisch, Französisch und Inuktitut, die Sprache der Inuit. In Kanada wird größtenteils Englisch gesprochen, jedoch gibt es auch frankophone Gebiete, wie zum Beispiel Quebec.

Im Süden grenzt Kanada an die Vereinigten Staaten von Amerika, im Nordwesten an das zu den USA gehörende Alaska, im Nordosten an das dänische Grönland und im Osten an die französischen Inseln St. Pierre und Miquelon.

Kanada ist ein föderalistischer Staat, der auf einer parlamentarischen Demokratie basiert. Die Staatsform ist eine symbolische konstitutionelle Monarchie mit Königin Elizabeth II. als Oberhaupt. Kanada ist Mitglied des „Commonwealth of Nations“<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Staatenbund des Vereinigten Königreiches und dessen ehemaliger Kolonien, umfasst gegenwärtig 53 Mitgliedsstaaten.

Kanada umfasst aufgrund seiner Größe mehrere Klimazonen. Das Klima ist daher in den einzelnen Provinzen und Territorien sehr unterschiedlich. Im Norden dominiert boreales und arktisches Klima. Im Osten herrscht kühl-gemäßigtes Klima, im Westen ein humides, ozeanisches Klima vor, der Süden zeichnet sich durch gemäßigtes Klima aus und im zentralen Bereich dominiert winterkaltes Steppenklima.

Da die Winter ausgesprochen lang sind, mussten bereits die Indianer und die Inuit ihren Lebensstil der Kälte anpassen. Für Einwanderer ist dieses Klima sehr gewöhnungsbedürftig. Besonders bei der Rohstoffproduktion, dem Transportwesen und in der Landwirtschaft wirken sich die Einflüsse des Klimas aus: Straßen und Bahnschienen müssen den Winter hindurch von Schnee freigehalten werden. Besonders groß ist verständlicherweise auch die Lawinengefahr zu dieser Zeit. Der Schiffsverkehr wird immer wieder durch Vereisung beeinträchtigt. Vor allem in den Städten kommt es im Winter häufig zu Verkehrsproblemen. Die Kälte, die Verwehungen und die hohe Schneedecke schränken die Menschen sehr ein.

In vielen Städten ist die Planung darauf ausgerichtet, der Bevölkerung die Winterzeit erträglicher zu machen. Bahnhöfe des Stadt- und Fernverkehrs, Kaufhäuser und Arbeitsstätten, Hotels, Kultureinrichtungen u.a. sind durch unterirdische Ladenzeilen oder Verbindungen über den Straßen erreichbar und bieten den Menschen Schutz.

[14, S. 106]

Die Schneeräumung und der Schutz vor Eis und Kälte sind mit sehr hohen Kosten verbunden. Das kanadische Klima beeinträchtigt auch die Landwirtschaft: Im Süden werden die Ernten und der Anbau durch Trockenheit und im Norden durch die extreme Kälte gefährdet.

## 2.2 Landschaft, Geologie, Bodenschätze und Energieträger

Kanada besteht aus sieben unterschiedlichen geologischen Großeinheiten, die alle reich an Bodenschätzen sind:

- Kanadischer Schild
- St.-Lorenz- und Südontario-Tiefland
- Innere Ebene
- Arktisches Tiefland
- Appalachen

- Kordilleren
- Inuitians

Wälder und offene Tundra nehmen den Großteil der Fläche des Landes ein. Aufgrund der großen Waldflächen dominiert die Forstwirtschaft. Die Grassteppe im Süden ist Kulturland mit fruchtbarem Boden.

Sofern es für die Entstehung und Verbreitung der Lagerstätten, besonders der Ölsande notwendig ist, wird die Landschaft und Geologie Kanadas nachstehend genauer beschrieben.

Der kanadische Raum besteht im Wesentlichen aus drei geologisch-tektonischen Großeinheiten. Im Kern liegt der kanadische Schild, welcher noch vor dem Kambrium entstanden und seither geologisch stabil ist. Auf diesem Sockel liegen nach Westen und Süden zu die Inneren Ebenen. Sie sind aus Sedimenten, die in der Zeit vom Paläozoikum bis ins Tertiär, hauptsächlich aber im Mesozoikum, entstanden sind. Sie lagern nahezu ungestört waagrecht. Die dritte Einheit, die kanadischen Gebirge, sind in geologisch unterschiedlichen Zeiten angefügt worden: die Appalachen im Südosten, die arktischen Inuitians und die Kordilleren im Westen. Die Innuitians und die Appalachen stammen aus dem Paläozoikum. Die Appalachen, von denen nur ein kleiner Teil in Kanada liegt, sind heute weitgehend abgetragenes Rumpfgebirge. Die Kordilleren im Westen sind hingegen ein junges Faltengebirge mit eingeschlossenen Hochplateaus, das im ausgehenden Mesozoikum und im Alttertiär entstanden ist. Gemeinsam haben die Landschaften Kanadas, dass ihre heutige Oberfläche während des Eiszeitalters stark überprägt wurde. Details sind in Abbildung 3 ersichtlich.

Die Geologie bestimmt das Potential an Bodenschätzen und nutzbaren Rohstoffen. Im Bereich des Kanadischen Schildes findet man riesige Erz-, Eisen-, Nickel-, Kupfer-, Zink-, Gold-, Uran-, Platin- und Silbervorkommen („mineral storehouse of Canada“). Auch in den Appalachen gibt es zahlreiche Lagerstätten, wie etwa von Steinkohle, Asbest und andere. Die Kordilleren sind reich an Buntmetallen und Steinkohlelagerstätten.

Etwa 80% der kanadischen Bergbauprodukte sind für den Export bestimmt. Hauptabnehmer sind die Vereinigten Staaten, die EU und Japan. Die wichtigsten Energieträger, Erdöl, Erdgas und die für die Zukunft besonders interessanten Ölsande liegen größtenteils in den Inneren Ebenen. Diese bestehen geologisch aus einer mächtigen Folge von Ablagerungen, die auf dem leicht nach Westen einfallenden Felsuntergrund des Kanadischen Schildes aufliegen. Die

Ölvorkommen dieser Region sind schon sehr lange bekannt, zur ersten Nutzung kam es zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Größere Erfolge wurden aber erst nach dem zweiten Weltkrieg erzielt.

Alberta ist in Bezug auf die Wertschöpfung aus dem Bergbau mit 53% den anderen Provinzen weit überlegen. 85% des Erdöls und 90% des Erdgases (in Form von Sauergas) werden in Alberta gefördert.

Heute konzentriert sich das wirtschaftliche Interesse vorwiegend auf die Ölsande. Die Ölsandvorkommen dehnen sich über eine Fläche von 50.000 km<sup>2</sup> aus und sind vermutlich neben denen Venezuelas die größten der Welt. Die vier Hauptfelder liegen im Norden Albertas: Am Athabasca-River südlich des Athabasca-Sees, am Wabasca, am Peace-River und westlich von Cold Lake. Die Sandschichten, die das wertvolle Kerogen enthalten, sind in der Kreidezeit entstanden und unterscheiden sich nach Mächtigkeit und Kerogengehalt erheblich. Der Kerogengehalt liegt zwischen 10% und 12%. An Flussufern sind die Ölsande direkt aufgeschlossen, an anderen Stellen hingegen müssen sie mit alternativen Methoden abgebaut werden.

Die Umwelt in den kanadischen Bergbauregionen ist oft immens gefährdet, besonders dort, wo der Abbau im Tagebau erfolgt. Dies gilt größtenteils für Kohle, Asbest, verschiedene Erze, aber auch für die Ölsande. Durch die massiven Eingriffe im subarktischen Bereich kann es häufig zu Störungen des ökologischen Gleichgewichts kommen. Die Genehmigung des Abbaues ist heute mit einer Prüfung der Umweltverträglichkeit und mit strikten Rekultivierungsvorschriften verbunden.

Schon seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert, seit Beginn der bergbaulichen Erschließung abseits der Siedlungszentren, besteht das Problem des nötigen Arbeitskraftpotentials. Die Frage lautete und lautet auch heute noch: Wie bekommt man in den abgelegenen Gebieten ausreichend Arbeitskräfte und vor allem qualifizierte Arbeitskräfte? Dieses Problem konnte man durch hohe Löhne und durch die Errichtung von Company-Towns beseitigen: Man errichtete für die Arbeiter eigene Container- und Wohnwagensiedlungen. Nach Einstellung oder Reduzierung des Abbaues blieben solche sehr oft als „Geisterstädte“ stehen. Die einst blühende Bergbausiedlung Shefferville ist heute menschenleer. Heutzutage reicht diese Lösung allerdings nicht mehr aus. Dem Angestellten müssen neben der Wohnmöglichkeit auch Einkaufs-, Erholungs- und Freizeiteinrichtungen geboten werden. Der Bergbau hat also erhebliche Auswirkungen auf die Verteilung der Bevölkerung und auf die Siedlungsstruktur. Noch immer aber bleibt die monostrukturelle Abhängigkeit von einem einzigen Erwerbszweig, ja sogar von einem einzigen Unternehmen und dessen

Abhängigkeit vom Weltmarkt.

Vom Ölsandabbau profitieren einige Orte schon heute sehr stark. Fort McMurray hatte 1965 1.300 Einwohner, heute leben dort rund 65.000 Menschen.

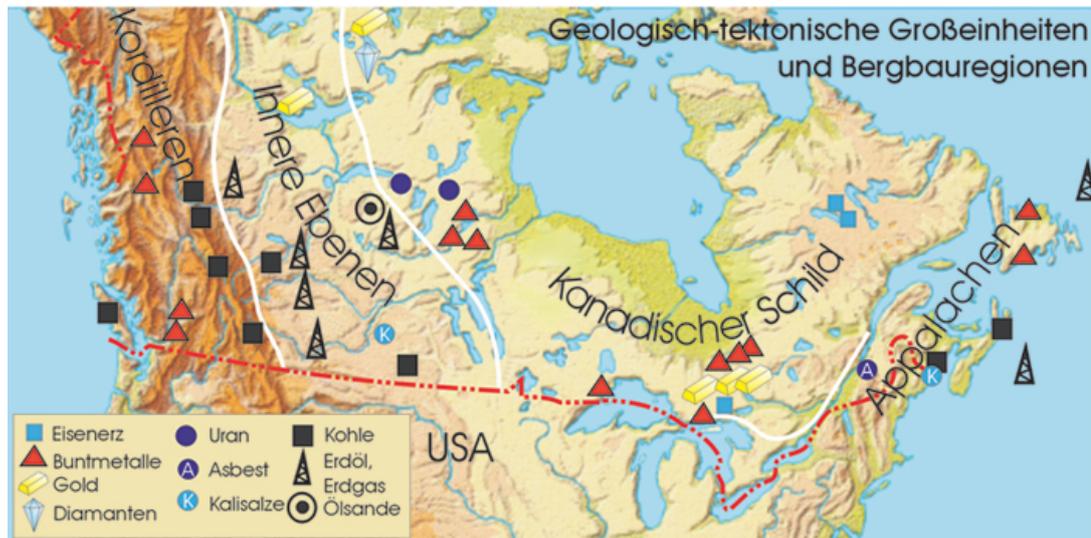


Abbildung 3: Geologie und Bodenschätze

## 2.3 Wirtschaft - Vom Biberfell zur Ölindustrie

### 2.3.1 Überblick und Entwicklung

Die erste wirtschaftliche Entwicklung größeren Umfangs setzte bereits im 17. Jahrhundert mit dem Fischfang ein. Besonders bedeutend waren die Biberpelze, die teuer in Europa verkauft wurden. Man erkannte auch die Indianer als Handelspartner an. Der Pelzhandel dauerte bis ins 19. Jahrhundert an. Im Laufe der Zeit begannen immer mehr Europäer nach Kanada einzuwandern, um das Land und seine Ressourcen zu erkunden. Es kamen auch vereinzelt Händler nach Kanada. Zusätzlich begann man, mit Europa Handel zu betreiben. Zu dieser Zeit entstanden die ersten großen Handelsunternehmen, da sonst der Warentransport nach Europa sehr unrentabel gewesen wäre. Diese Art der Wirtschaft wurde bis ins 19. Jahrhundert betrieben. Als man begann, Holz zu nutzen und zu exportieren, verlor der Pelzhandel immer mehr an Bedeutung. Vor allem für die englische Flotte war Holz unentbehrlich: Es wurden neue Schiffe gebaut und vorhandene repariert.

Die Wirtschaft erfuhr jedoch bald Änderungen. In den Provinzen Ontario und Quebec gewann die Agrarproduktion mit der Zeit immer mehr an Wichtigkeit.

Man begann Getreide, hauptsächlich Weizen, großflächig anzubauen. Zusätzlich wurde Viehhaltung betrieben, um Milch in großen Mengen zu erzeugen. Der Weizenanbau gewann in den Präriegebieten immer mehr an Bedeutung. 1900 wurden etwa 70% der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Weizen verwendet. Bis zum Jahr 1926 nahm man 70% des Bruttoinlandsproduktes alleine durch den Verkauf von Weizen ein.

Der Weizenhandel wirkte sich allerdings nicht nur finanziell positiv auf Kanada aus. Zum einen wurde die Prärie schnell besiedelt und viele Farmen entstanden. Der Bedarf an verschiedensten Einrichtungen, Geräten und Maschinen stieg stetig an. Auch das Eisenbahnnetz wurde allmählich dichter, wodurch sich viele andere wirtschaftliche Zweige etablierten. Zum anderen kam es durch den Weizenhandel auch zu einem politischen und gesellschaftlichen Aufschwung. Bereits im Jahr 1901 wurden Farmerzusammenschlüsse gebildet, damit sich die Farmer gegenseitig unterstützen und gemeinsam leichter Leistungen vom Staat anfordern konnten.

Beim Eisenbahnbau stieß man in Ontario gegen Ende des 19. Jahrhunderts auf Nickel- und Kupfererzlagerrstätten. Auch Silber- und Goldvorräte wurden entdeckt. Diese Bodenschätze wurden in die Palette der übrigen Handelsprodukte aufgenommen.

Im Zuge der fortschreitenden Kolonialisierung durch die Europäer stieß man auch auf Erdöl und Erdgas. Da man aber vorerst lediglich kleine Vorkommen entdeckte, beschloss man, diese Bodenschätze nur für den lokalen Bedarf zu verwenden.

Die Verarbeitung von Rohstoffen wurde immer wichtiger. Es wurden Textilien, Möbel, Schuhe und diverse andere Konsumgüter hergestellt. Es entstanden auch Brauereien, Brennereien, Gerbereien, Getreidemühlen, Sägewerke und Eisengießereien. Als Energiequelle wurde ausschließlich Wasserkraft benutzt. Die erzeugten Produkte wurden meist in der näheren Umgebung und in nahegelegenen kleinen Städten verkauft.

Durch den Eisenbahnbau entstanden Maschinenfabriken, Eisengießereien und Werke für den Waggon- und Lokomotivbau. Um die erzeugten Waren im ganzen Land abzusetzen, wurden Zulieferbetriebe gegründet, deren Sitz zum Großteil in Ontario lag. Schließlich begann man auch mit der Herstellung von Stahl in Nova Scotia.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts ging man langsam zur industriellen Produktionsphase über. Kanada erfuhr grundlegende Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur:

- Zusammenlegung von Betrieben
- Gründung von Gesellschaften
- Verstärkter Einsatz von Maschinen
- Spezialisierung der Produktion

Unter anderem wurde neben Wasserkraft auch Kohle als Energiequelle eingesetzt. 1985 wurde eine neue Dimension der Wasserkraftgewinnung erreicht, besonders an den Niagarafällen und an den Flüssen des Kanadischen Schildes. Somit stand der energieintensiven Zellulose- und Papiererzeugung nichts mehr im Weg.

Zusätzlich kam es zu Standortverlagerungen, damit die Arbeitskräfte leichter Zugang zu den Rohstoffen hatten. Man war auch näher am Absatzmarkt, anderen Industrien und Institutionen, wie zum Beispiel an Banken und Handelshäusern. Montreal, Toronto, Vancouver und Winnipeg wurden zu wichtigen Industriestandorten. Große Firmen des Verteilerhandels siedelten sich in diesen Städten an, um die dort erzeugten Produkte auf dem gesamten kanadischen Markt abzusetzen.

Die wachsende Anzahl der Industriearbeiter und ein Anstieg der Produktion waren die maßgeblichen Änderungen der Industrialisierung. Kanada war dadurch nicht mehr so sehr von England abhängig und strebte Kontakt mit den Vereinigten Staaten an.

Die heutige Situation der wirtschaftlichen Kernregionen ist aus Abbildung 4 ersichtlich.

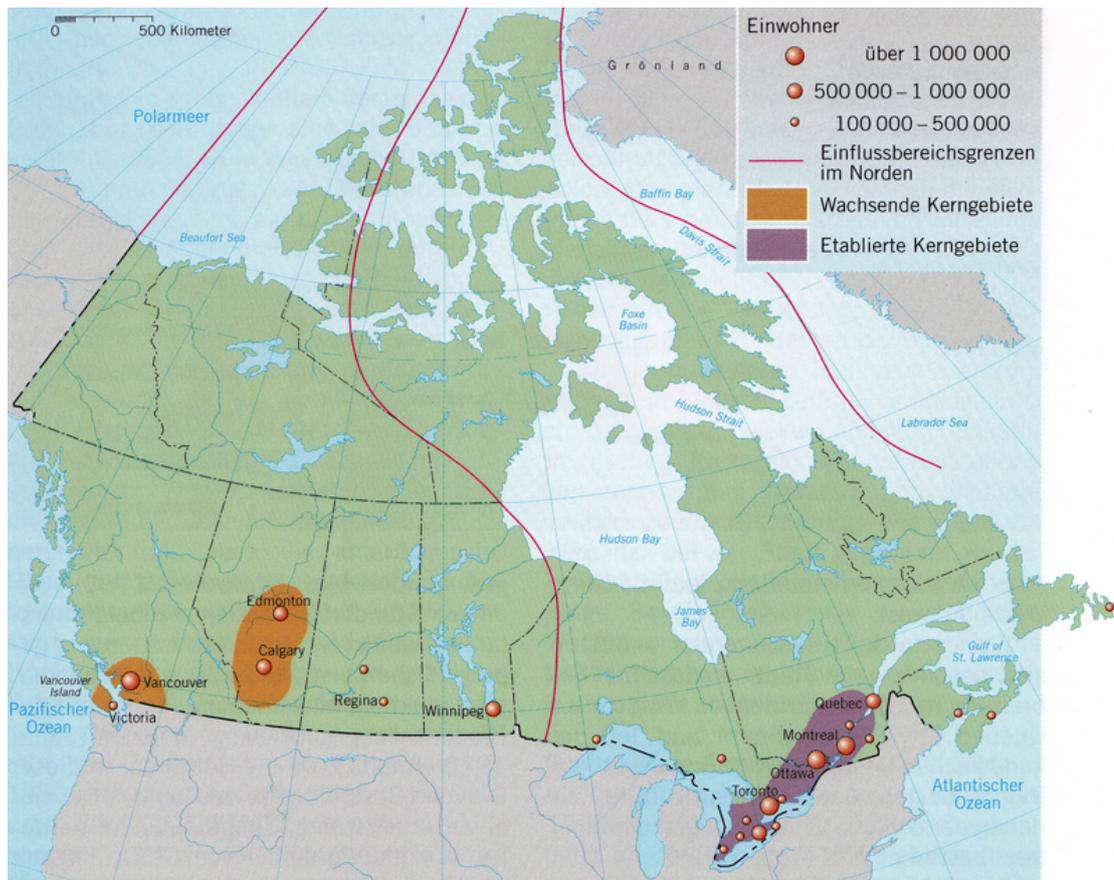


Abbildung 4: Wirtschaftliche Kernregionen Kanadas

### 2.3.2 Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist einer der wichtigsten ökonomischen Faktoren Kanadas. Kanada ist der größte Getreideexporteur der Welt und das bedeutendste Weizenanbaugebiet der Erde. Es gibt sieben unterschiedliche Agrarräume mit unterschiedlicher Struktur:

- Atlantische Region
- Südquebec
- Südontario
- Clay Belts
- Prärieregion
- Peace-River-Region
- Untere Fraser-Region

Bereits bei der europäischen Besiedlung begann der Ackerbau in den Tälern des Ostens und in den Grassteppen der Prärien. Auch die Viehwirtschaft war sehr produktiv. Die Entwicklung der Landwirtschaft begann bereits vor 1780. Die Landwirtschaft hatte sich zu dieser Zeit nur wenig ausgebreitet. Kerngebiete waren Neufundland, einige Teile von Akadien, größere Bereiche der Marschen in der Fundy Bay und das Tal des St. Lorenz in Quebec. Damals wurde der Ertrag noch nicht marktwirtschaftlich genutzt, es diente nur der Selbstversorgung. Aus dem Mutterland England musste für die Städte und die Soldaten Nahrung gebracht werden.

Zwischen 1780 und 1880 wurde in Südontario durch Einwanderer aus den Vereinigten Staaten der Ackerbau eingeführt. Fruchtbare Böden erhöhten die Produktion von Nahrungsmitteln für die Städte. Es kam auch erstmals zu einer Organisation der Landwirtschaft mit der Unterstützung der Regierung. Im Westen konnte sich die Landwirtschaft allerdings nur langsam entwickeln.

Im Zeitraum zwischen 1880 und 1930 wurden die Präriegebiete im Mittleren Westen kolonialisiert. Die Produktion von Getreide (Weizen) stand im Mittelpunkt. Man legte weitere Anbaugelände am Peace River im Nordwesten und am Clay Belt in Ontario und Quebec an. Kanada entwickelte sich allmählich zu einem sehr wichtigen Exporteur am Weltmarkt.

Von 1930 bis zum Zweiten Weltkrieg erlebte die Landwirtschaft wegen etlicher Finanzkrisen und Dürrejahre einen Rückschlag. Die Exportpreise sanken und viele kanadische Betriebe mussten aufgegeben werden. Auch im Osten gingen die Gewinne zurück, aber wegen der vielfältigen Produktion wirkte sich die Krise weniger stark aus. Kanada versorgte während des Zweiten Weltkrieges England und die alliierten Truppen mit Lebensmitteln. Diese Phase nutzten arbeitslose Menschen aus den Städten aus, um Farmen zu kaufen um sich selbst zu versorgen. Um solche Krisen in Zukunft zu vermeiden wurde 1935 das Wheat Board gegründet, welches den Farmen eine garantierte Abnahme sicherte und somit die Landwirtschaft stabiler machte.

„In relativ kurzer Zeit setzte sich nach dem Kriege eine Mechanisierung der Arbeiten durch. Allerdings waren Traktoren, Mäh-drescher und andere Geräte schon seit den 1920er-Jahren bekannt, doch förderte der Krieg in besonderem Maße ihre Verbreitung. So stieg z.B. die Anzahl der Traktoren von 160.000 (1941) in nur 10 Jahren auf 400.000 (1951); sie liegt heute bei 711.000 (1996).“ [14, S. 136f]

Aus diesem Grund wurde die Verwendung von Pferden als Zugtiere immer seltener und die Anzahl der Arbeitskräfte auf den Farmen nahm ab.

„Dies war bedeutend, da die Landarbeiter in anderen Produktionszweigen benötigt wurden und auch als Soldaten dienen mussten.“  
[14, S. 137]

Im Laufe der Zeit änderte sich die Betriebsstruktur enorm:

- Die Anzahl der Traktoren stieg um das Dreifache
- Die Anzahl der Pferde als Zugtiere nahm deutlich ab
- Die Kapitalintensität der Farmen nahm zu
- Die Abhängigkeit von Energie, Benzin, Öl und Erdgas nahm zu

Die Tendenzen des 20. Jahrhunderts waren eine fortschreitende Mechanisierung, die Erhöhung der Kapitalintensität und die Bildung von leistungsfähigeren Farmen mit speziellem Anbau und mit hoher Produktivität. Im Gegensatz zur USA blieben die Familienbetriebe allerdings erhalten. Mitverantwortlich für die erfolgreiche Landwirtschaft Kanadas waren die Versuchsfarmen der Regierung, deren Zentrale in Ottawa ist. Die Aufgaben dieser Farmen ist die Züchtung von Pflanzen, die Schädlingsbekämpfung, die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, die Tierzucht, die Tierpflege, die Erprobung von Anbaumethoden und Geräten.

„Die Versuche, deren praktische Ergebnisse die Farmer direkt übernehmen können, werden von weiteren staatlichen oder privaten Institutionen und langwirtschaftlichen Fakultäten ergänzt. Mit ihrer Bewertung aus ökonomischer und auch aus agrar-sozialer Sicht können den Behörden wichtige Hinweise für die Planung gegeben werden.“ [14, S. 136f]

Kanada ist im Bereich der Agrarforschung besonders fortgeschritten, da bereits 1886 damit begonnen wurde. Heutzutage gibt es rund 276.000 Farmen, also nur mehr ein Drittel im Gegensatz zum Jahr 1940. In den letzten 50 Jahren kam es zu einer steigenden Industrialisierung. Man setzte größere und leistungstärkere Maschinen ein. Betriebe mit sehr großen Flächen und ausreichend Kapital setzten sich durch, damit diese Maschinen zur Gänze ausgenutzt werden können. Der Großteil der kleinen Betriebe musste aus diesem Grund aufgegeben werden.

### 2.3.3 Forst- und Holzwirtschaft

Ebenso von Bedeutung ist die Forst und Holzwirtschaft, denn Kanada ist eines der walddreichsten Länder der Erde. Die Qualität und Erreichbarkeit der Holzbestände ist aufgrund der Größe des Landes sehr unterschiedlich. Die Größe der Waldfläche beträgt 4,2 Millionen km<sup>2</sup> und bedeckt 45% des gesamten Landes. Von den 4,2 Millionen km<sup>2</sup> sind rund 60% nutzbar. Holz ist seit der Besiedlung der meist gebrauchte Rohstoff. Für den Hausbau war Holz unerlässlich und auch als Heizmaterial unverzichtbar. Früh begann man Holz für den Schiffsbau nach England zu exportieren. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gewann auch die Herstellung von Papier und Zellulose an Bedeutung. Die wichtigsten Gebiete der Forst- und Holzwirtschaft sind British Columbia, Quebec und Ontario. Wichtige Abnehmer sind die USA und Japan. Zudem ist gleichzeitig Japan ein starker Investor in Kanada. Durch Kahlschläge in den Kordilleren und die drohende Abholzung der letzten Regenwälder in den gemäßigten Breiten kam es in den letzten Jahren vermehrt zu Protesten. Viele Leute sind der Meinung, dass die Wiederaufforstung nur unzureichend ist. Deshalb wurden 12% der Waldfläche geschützt. Hohe Priorität wird der Bekämpfung von Waldbränden zugeschrieben. 1995 gab es 8.367 Waldbrände.

Trotz großer Erfahrungen bei der Bekämpfung gingen 6,6 Mio. ha Wald verloren, mehr als das Sechsfache des abgeholzten Areals von etwas 1 Mio. ha. Legt man die abgebrannte Fläche zugrunde, entfielen 94% auf Blitzschlag und knapp 6% auf menschliche Unachtsamkeit (Canada Yearbook 1999: 63). Zitiert in: [14, S. 154]

### 2.3.4 Andere Wirtschaftszweige

Immer wichtiger für Kanada wird die Biotechnologie. Sie gehört in Kanada zu den Industriezweigen, die am schnellsten wachsen. Grund dafür sind die Bemühungen von Industrie, Regierung, Universitäten und Verbänden. Während es 1997 erst 225 Biotechnologieunternehmen gab, stieg die Anzahl bis 1999 auf rund 400. Eine Grundlage für den Fortschritt und die erfolgreiche Entwicklung ist die Synthese aus Forschung und Finanzierung. Größere Unternehmen wie Aeterna Laboratoires, Labopharm, Biomira, Stressgen Biotechs und Nymox Pharmaceutical machen 70 % des Umsatzes aus und verwenden mehr als die Hälfte der Forschungs- und Entwicklungskosten der Branche.

Von besonderer Bedeutung ist auch die Automobilindustrie, die weltweit auf Platz sieben rangiert und zu der Hersteller wie General Motors, Daimler Chrysler und Ford gehören. Im Jahr 2001 wurden in Kanada rund 2,5 Millionen Fahr-

zeuge hergestellt und ein Gewinn von ungefähr 40 Milliarden CAD erzielt. Die Exportquote der Automobilindustrie liegt bei 90 %. Sie erwirtschaftet ungefähr 15 % des kanadischen Bruttoinlandsproduktes (BIP).

Ein weiterer wichtiger Faktor der Wirtschaft Kanadas ist die Informationstechnologie und die Telekommunikation. Sie machen 5,5% des BIP aus.

An vierter Stelle steht die kanadische Luft- und Raumfahrtindustrie. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sie besonders innovative Produkte auf den Markt bringt. In Kanada hergestellte Regionaljets, Zivilhubschrauber und Technologien für Fahrgestell- und Flugsimulatoren werden weltweit eingesetzt. Die Unternehmen, die hinter diesen Produkten stehen, sind meist führend auf dem Weltmarkt, wie zum Beispiel Pratt & Whitney Canada und Canadair.

Seit einigen Jahren ist auch die Gewinnung von Erdöl aus Ölsanden ein bedeutender Bereich der kanadischen Wirtschaft geworden. Ölsand macht jetzt schon einen bedeutenden Teil des Bruttoregionalproduktes der Provinz Alberta aus und wird in der Zukunft wahrscheinlich sehr viele Arbeitsplätze entstehen lassen.

### 2.3.5 Energiewirtschaft

Kanada verfügt über gewaltige Energiereserven. Das Land kann seinen Bedarf an Erdöl und Gas zur Gänze decken und dazu beträchtliche Mengen in die USA exportieren. Diese Reserven werden auf 9 Milliarden Barrel geschätzt. Die ölhaltigen Sande sollen 170 Milliarden Barrel m<sup>3</sup> enthalten. Das wäre doppelt so viel an Ölreserven, wie Saudi-Arabien besitzt. Die Ergasvorkommen sollten bis Mitte des 21. Jahrhunderts reichen, allerdings ist mit weiteren Entdeckungen von Vorkommen im Norden und im Schelfbereich des Atlantiks zu rechnen. Hochwertige Steinkohle wird in den Kordilleren in riesigen Mengen (1997: 78,5 Millionen Tonnen) im günstigen Tagebau gefördert und auf Grund von langfristigen Lieferverträgen hauptsächlich nach Japan und Südkorea exportiert.

Beim Gesamtenergieverbrauch pro Kopf liegt Kanada weltweit im Spitzenfeld. Die langen, kalten Winter, der hohe Lebensstandard, die großen Entfernungen und die dadurch bedingten hohen Transportkosten tragen dazu bei, aber auch die moderne, energieintensive Wirtschaft, die Industrie ebenso wie die Landwirtschaft.

Energieverbraucher	Anteile 1996	
	prim./sek. Energie (%)	Elektrizität
Industrie	31,5	43,5
Transportwesen	29,9	0,8
Landwirtschaft	3,1	2,1
Haushalte	19,1	28,8
Öffentliche Verwaltung	1,9	2,8
Wirtschaft/Instiutionen	14,5	22

### Energieverbraucher

Quelle: LENZ Karl, Kanada 2001: Tab. 32

Kanada hat die Energiegewinnung betreffend vielfältige Möglichkeiten und Potentiale. 20,8 % der Stromerzeugung entfallen auf Wärmekraftwerke, 63,5 % auf Wasserkraftwerke und 15,7 % auf Atomkraftwerke. Es gibt viele Flüsse mit starker und gleichmäßiger Wasserführung. In den vergangenen Jahrzehnten wurden besonders viele Kraftwerke in Churchill Falls, am Nelson River in Nordmanitoba und besonders an Flüssen, die in die James Bay münden, errichtet. Dadurch kam es mit den Indianern und Inuit zu langwierigen Ablöseverhandlungen. Viele Projekte waren und sind auch bei Umweltschützern heftig umstritten. Auch die großen neuen Kraftwerke in den Kordilleren, wie zum Beispiel am Peace River bei Hudson Hope sind sehr umstritten. Diese Beispiele zeigen auch das Dilemma der Hydroenergienutzung. Es gibt zwar enorme Reserven, aber die Kosten und die Widerstände gegen die massiven Eingriffe in den Naturhaushalt wachsen.

Kanada ist der weltgrößte Uranproduzent. 70 % des Urans sind für den Export bestimmt. Die Errichtung von Endlagern ist im geologisch stabilen Kanadischen Schild kein Problem. Die meisten Kernkraftwerke befinden sich im Südosten, im Umkreis der großen Städte. In jüngster Zeit gibt es allerdings auch Bedenken gegen neue Anlagen.

Ein sehr interessantes Projekt zur Gewinnung erneuerbarer Energie ist die Nutzung des Gezeitenunterschieds von 15 Metern in der Fundy Bay. Aufgrund der hohen Baukosten wird die Wirtschaftlichkeit eines Gezeitenkraftwerks jedoch angezweifelt.

Kanada ist in einer günstigen Situation was sowohl die Vielfalt als auch die Menge an vorhandenen Energieträgern betrifft. Trotzdem gibt es Probleme mit dem rasch wachsenden Verbrauch, mit der regionalen Verteilung und den Umweltkosten. Seit 1980 besteht ein National Energy Program (NEP). Das Ziel

dieses Projektes ist die Unabhängigkeit der Energieversorgung. Dieses Ziel ist längst erreicht, es werden 18 Milliarden US Dollar durch Energieexporte verdient (1997). Ein Energiesparprogramm soll vor allem die hohe CO<sub>2</sub>-Belastung verringern. Eine wichtige Rolle im Energiesparprogramm spielt auch die Förderung neuer Technologien in der Förderung und Verwertung. Einen besonderen langfristigen Stellenwert bekommen die Ölsande.

## 3 Möglichkeiten der Erdölgewinnung

Erdöl ist im 20. Jahrhundert schnell zum wichtigsten Energielieferanten geworden und hat Kohle beinahe gänzlich verdrängt. Der weltweite jährliche Ölverbrauch liegt bei 3,1 Milliarden Tonnen. Theoretisch werden die Erdölreserven noch mindestens 40 Jahre reichen, in der Praxis weiß man allerdings nicht, wie lange Erdöl noch zur Verfügung stehen wird<sup>1</sup>. Für die nächsten Jahrzehnte sollten die Vorkommen jedoch noch ausreichen.

Die größten Erdöllagerstätten der Welt befinden sich im Nahen Osten. Die wichtigsten Lieferstaaten sind Saudi-Arabien, der Irak und der Iran. In Europa ist die Nordsee von Bedeutung, sonst gibt es allerdings kaum größere Vorkommen.

Neben herkömmlichem Erdöl gibt es auch noch unkonventionelles Erdöl. Dieses ist allerdings nicht so leicht zu fördern und die Produktion ist meist sehr energieintensiv und daher teuer. Obwohl die Ölsande zum unkonventionellen Erdöl gehören, wird deren Produktion aufgrund des hohen Erdölpreises bereits seit einigen Jahren von der Regierung Kanadas gefördert.

### 3.1 Konventionelles Erdöl

95% des Erdöls, das heutzutage gefördert wird, ist konventionelles Erdöl. Die meisten Lagerstätten konventionellen Erdöls befinden sich in einer geographisch günstigen Lage. Hinzu kommt, dass Erdöl eine geringe Viskosität<sup>2</sup> aufweist, was dazu führt, dass es leicht gefördert werden kann.

### 3.2 Unkonventionelles Erdöl

Unkonventionelles Erdöl ist in der Regel aufwändiger zu fördern als konventionelles Erdöl. Außerdem ist die Gewinnung von unkonventionellem Erdöl oftmals kostspielig, technisch schwierig, aufwändig, umweltschädlich und basiert meist auf nicht ausreichen erprobten Verfahren.

---

<sup>1</sup>Quelle: MAGYAR Roderich; LIEBHART Wolfgang; JELINEK Gabriela: Moleküle. Wien : öbv & hpt, 2005, S. 96.

<sup>2</sup>Die Viskosität bestimmt die Zähflüssigkeit eines Gases oder einer Flüssigkeit. Oft wird die Viskosität auch als innere Reibung bezeichnet.

### 3.2.1 Tiefseeöl

Tiefseeöl ist Öl, das sich im Laufe der Zeit in Deltamündungen gebildet hat. Der Großteil des Tiefseeöls befindet sich 200 bis 600 Meter unter dem Meeresspiegel. Die größten Vorkommen befinden sich vor den Küsten von Brasilien, Angola, Indonesien, Nigeria und am Mississippi River-Delta im Golf von Mexiko. Es wird angenommen, dass es rund 70 Mrd. Barrel Tiefseeölvorkommen gibt.

### 3.2.2 Polares Öl

Polares Öl findet man vor allem in Sibirien und Alaska. Aufgrund der klimatischen Umstände ist die Förderung sehr aufwändig und sehr teuer. Die in diesen Gebieten förderbaren Mengen liegen laut Schätzungen unter denjenigen von Tiefseeöl. Da man jedoch infolge der hohen Explorationsrisiken noch nicht viel über die Vorkommen weiß, beschäftigt sich die Industrie daher nur zögerlich mit der Förderung von polarem Öl.

### 3.2.3 Öl aus Kohle

Die Kohlevorräte sind auf der Welt gleichmäßiger verteilt als die Erdölvorräte. Da es außerdem auch mehr Kohle als Erdöl gibt, ist die Erzeugung von synthetischem Erdöl aus Kohle eine interessante Alternative zur herkömmlichen Erdölerzeugung. Dass diese Methode durchaus rentabel sein kann, hat Deutschland im 2. Weltkrieg bewiesen. Leider ist sie auch energieintensiv, umweltschädlich und sehr teuer. Die Rentabilitätschwelle liegt bei 50 USD pro Barrel. In Südafrika werden auf diese Weise rund 160.000 Barrel pro Tag gewonnen. Der Konzern, der hinter der Ölproduktion aus Kohle steht, ist Sasol<sup>1</sup>. Auch China ist heutzutage aufgrund des enorm steigenden Energiebedarfs im Lande an der Kohleöl-Technologie zunehmend interessiert.

### 3.2.4 Ölschiefer

Ölschiefer ist tonhaltiges Sedimentgestein, das ein Vorstufenprodukt des Erdöls, nämlich Kerogen, enthält. Der Anteil von Kerogen liegt meist zwischen 10% und 30%. Um synthetisches Erdöl aus Ölschiefer zu erzeugen, muss das Sedimentgestein abgebaut und auf 500° erhitzt werden. Dieser Prozess wurde

---

<sup>1</sup>South African Synthetic Oil Limited

bei herkömmlichem Erdöl bereits durch die Natur bewerkstelligt. Die Erzeugung von synthetischem Erdöl ist aufgrund der hohen Kohlendioxid-Emissionen und des hohen Wasserverbrauches, siehe Kapitel 4.6, sehr umweltschädigend. Der Nettoenergieertrag ist sehr gering.

### 3.2.5 Ölsand

Ölsand ist ein Gemenge bestehend aus Sand, Schlamm, Lehm, Wasser und Kerogen. Die bedeutendsten Vorkommen existieren in Kanada und Venezuela. Die Ölsandvorkommen werden sowohl durch Tagebau als auch durch diverse In-situ-Methoden gefördert, wobei der Großteil nur in situ erschlossen werden kann. Aufgrund des hohen Ölpreises und der technischen Fortschritte wurde die Produktion in den vergangenen immer rentabler. Die Regierung Kanadas ist von der Nutzung der Ölsande sehr überzeugt und sieht sie als einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für die Zukunft.

## 4 Ölsand in Kanada

### 4.1 Geschichte



Abbildung 5: Ölsand

Im Jahr 1944 ging die Regierung von Alberta eine Partnerschaft mit dem Unternehmen Oil Sands Limited ein, um eine Pilotanlage für die Extraktion von Ölsanden nördlich von Fort McMurray zu bauen. Als sich herausstellte, dass der Anlagenbau mit 500.000 CAD teurer war als ursprünglich erwartet, stieg Oil Sands Limited aus. Somit war die Regierung Albertas nun Besitzer dieser Anlage.

1949 gelang es der Regierung, Kerogen aus Ölsanden zu extrahieren. Mit einem Verlust von 180.000 CAD wurde der sogenannte Bitumount complex schließlich verkauft.

1967 wurde die Entwicklung von der Firma Great Canadian Oil Sands Company (heute Suncor) fortgesetzt und ein offenes Bergwerk (Oberflächenmine) wurde errichtet.

Sechs Jahre später kam es zur Gründung der Alberta Energy Company (AEC). An dieser waren zu 50% die Regierung und zu 50% die Bevölkerung beteiligt. Die AEC war Investor der Firma Syncrude, um deren Operationen zu unterstützen.

1978 gelang es Syncrude synthetisches Rohöl aus Ölsanden zu produzieren. Es

ergaben sich bei Suncor und Syncrude jedoch viele Probleme bei der Produktion. Es kam oft zu:

- Ausfällen
- Freezes (Produktionsaussetzer)
- Bränden
- Kostenerhöhungen

Seit 1986 ist es durch technische Fortschritte möglich, billiger zu produzieren. Während zuvor die Produktion eines Barrels 35 CAD kostete, kann man heutzutage einen Barrel für rund 13 CAD fördern.

Bis 1990 galt die Entwicklung von Ölsanden als riskant und unprofitabel. Im Jahr 1993 beschloss die Alberta Chamber of Resources jedoch, dass die National Oil Sands Task Force, ein Zusammenschluss der Ölindustrie und der Regierung Albertas, ein wirtschaftlich attraktives Konzept für Ölsande erarbeiten soll. Fünf Jahre später veröffentlichte die Task Force den Bericht „The Oil Sands: A New Energy Vision for Canada“.

In diesem Bericht wurde eine Strategie für die folgenden 25 Jahre präsentiert, die zur Verdopplung bzw. Verdreifachung führen soll, sodass rund 800.000 bis 1,2 Millionen Barrel pro Tag gefördert werden. Außerdem wurde zum ersten Mal der Begriff „oil sands“ verwendet, da der früher verwendete Begriff „tar sands“ zu wenig medientauglich war.

Die Regierung Albertas war von der Nutzung der Ressource überzeugt und erleichterte Unternehmen den Einstieg in die Ölsandindustrie. So müssen bis zur Amortisation der Anlage nur 1% der Gewinne an die Regierung abgeführt werden. Danach müssen 25% der Einkünfte an die Regierung gehen.

„This creates strong motivation for rapid re-investment and expansion. Similarly, the tax breaks by the federal government have made the oil sands industry the envy of Canada’s industrial sector.“ [24, S. 4]

Fünf Jahre später kam es zum Ölsandboom, da die Kosten für den Abbau und die Erzeugung aufgrund ständig verbesserter Abbauverfahren sanken und die Rohölpreise stiegen.

„A wave of significant new expansion began to unfold. The scale of this new development greatly exceeded expectations.“ [24, S. 4]

Nun war Kanada nicht mehr wie zuvor auf Platz 21 unter den Erdöl besitzenden Ländern, sondern auf Platz zwei (siehe Abbildung 6).

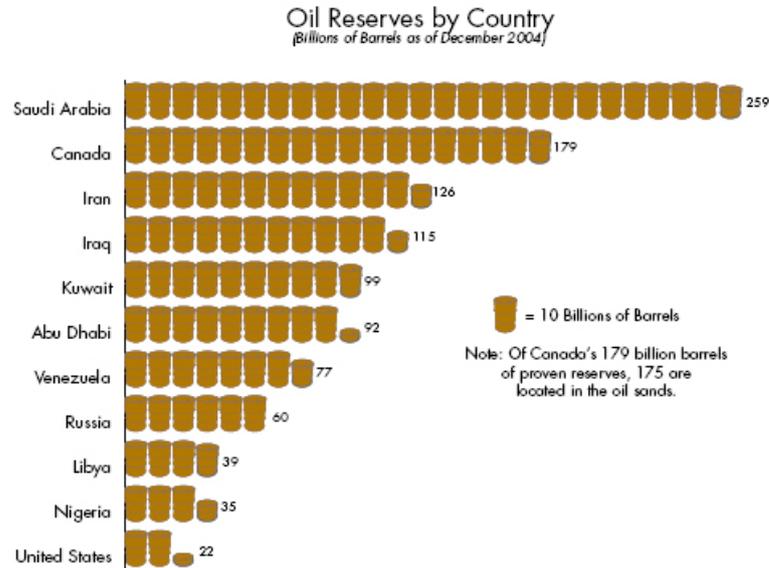


Abbildung 6: Weltweite Ölreserven

Kanadas Ölsandvorkommen werden daher auch oft als *black gold*, *resources beyond belief* und *the eighth wonder of the world* bezeichnet.

Heutzutage werden pro Tag rund eine Million Barrel produziert. Man hat also bereits 2006 die Zielvorgaben des Jahres 2020 erreicht.

## 4.2 Vorkommen

### 4.2.1 Kanada

In Kanada gibt es rund 170 Mrd. Barrel Ölsand<sup>1</sup>. Die größten Ölsandvorkommen existieren in Alberta. Die drei wichtigsten Lagerstätten befinden sich in den Regionen Athabasca (besonders bekannt ist die Stadt Fort McMurray), Cold Lake und Peace River (siehe Abbildung 7).

<sup>1</sup>Quelle: Alberta Energy and Utilities Board (EUB).

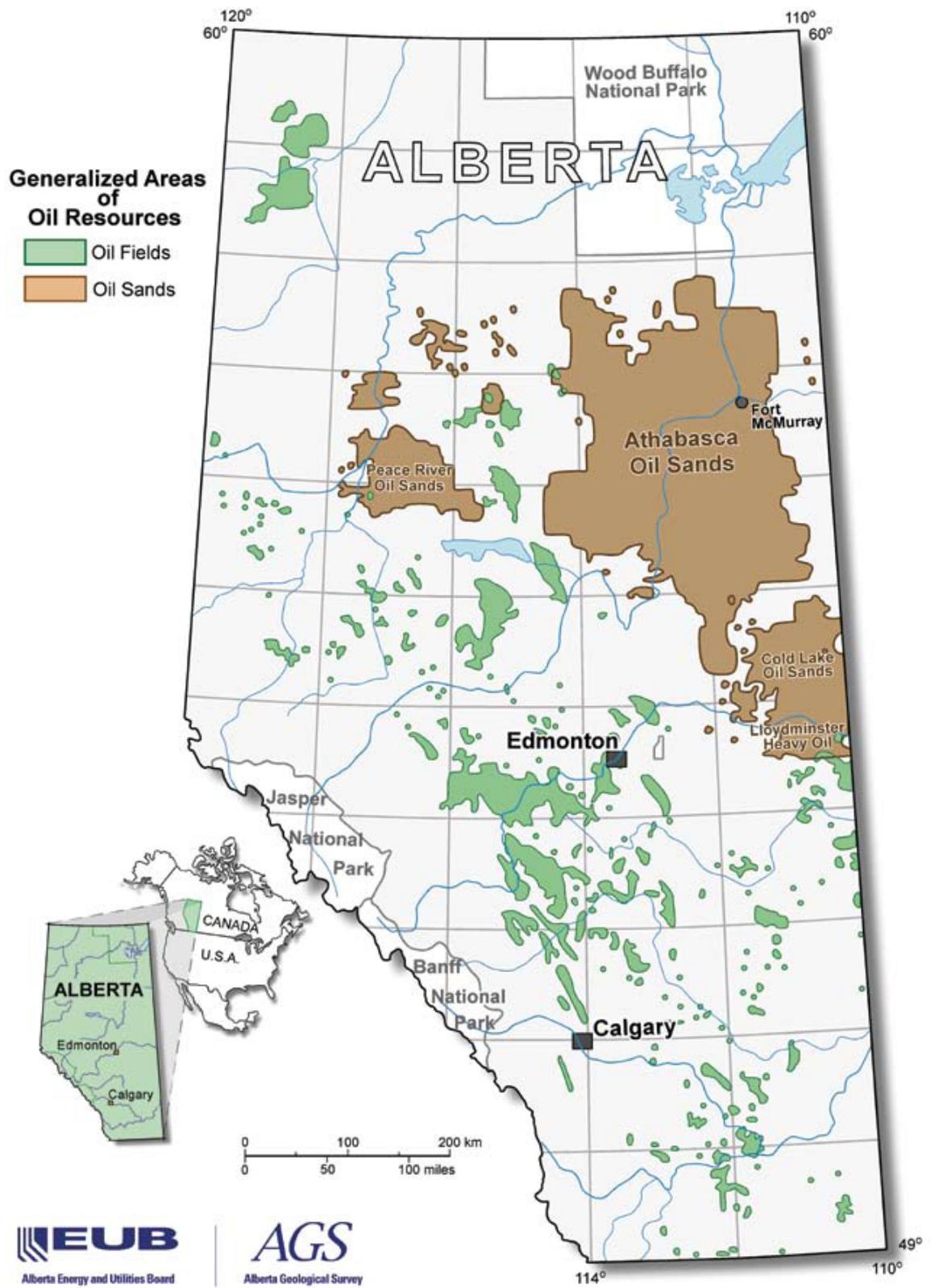


Abbildung 7: Ölsandvorkommen in Alberta (3 Kernregionen)

„Approximately 80 percent of the bitumen, is located in the Athabasca Oil Sands Area in Northeastern Alberta.“ [20, S. 6]

„Of the total bitumen in the Athabasca Oil Sands Area, about 58 percent is in the Wabiskaw-McMurray Oil Sands Deposit, which is economically recoverable only through in situ methods.“ [20, S. 7]

Athabasca ist eine kleine Siedlung, die am Athabasca River liegt. Sie befindet sich etwa 145 km nördlich von Edmonton. In Athabasca wohnen rund 2.500 Einwohner. Die Ortschaft wurde 1877 von der Hudson Bay Company angelegt und zu einer Pelzhandelsstation ausgebaut. Zur Zeit des Goldrausches am Klondike machten in Athabasca viele Goldsucher Station. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts gab es durch den Bau der Eisenbahnlinien einen Aufschwung, da sich viele Arbeiter im kleinen Ort niederließen. Zu dieser Zeit stieg die Anzahl der Einwohner auf 2.000 an. In Athabasca gibt es die Athabasca University, welche sich auf Fernstudien spezialisiert hat.

Fort McMurray ist eine Stadt im Nordosten von Alberta im Bezirk Wood Buffalo. Die Einwohnerzahl beträgt rund 65.000. Die Stadt liegt 435 km nordöstlich von Edmonton und befindet sich nahe an der Grenze zur Provinz Saskatchewan. Sie ist umgeben von borealem Nadelwald. Fort McMurray ist die Kernregion von Albertas Ölsandproduktion. Durch den Ölsandboom in den vergangenen Jahren hat die Stadt einen gewaltigen Aufschwung erlebt: In den letzten zehn Jahren hat sich die Einwohnerzahl verdoppelt. Die Preise für Immobilien sind rasant angestiegen und waren zeitweise höher als die von Toronto oder Vancouver, welche als teuerste Großstädte Kanadas gelten.



Abbildung 8: Fort McMurray

Cold Lake ist eine Stadt im Nordosten von Alberta mit rund 12.000 Einwohnern. Ihr Name leitet sich vom in der Nähe befindlichen See ab. Die Stadt befindet sich 280 km nordöstlich von Edmonton. Der Großteil der Fläche Cold Lakes ist Ackerland. Cold Lake ist vor allem bekannt wegen der alljährlich stattfindenden „Maple Flag“, eine sechswöchige Trainingsübung für Piloten der NATO und ihrer Verbündeten, die den freien Luftraum nutzen, um für Einsätze zu üben.

Peace River ist eine Kleinstadt im Nordwesten Albertas. Sie liegt 486 km nordwestlich von Edmonton und hat ungefähr 6.300 Einwohner.

<b>Deposit</b>	<b>Initial volume of crude bitumen in place (barrels)</b>	<b>Land area (square kilometres)</b>
Athabasca (in situ and surface surface mineable)	1.37 trillion (110 billion is surface mineable)	102,610 (2,800 is surface mineable)
Cold Lake	201 billion	29,56
Peace River	129 billion	17,25
<b>Total Oil Sands</b>	<b>1.7 trillion</b>	<b>149,42</b>

#### **Kerogen-Ressourcen in Alberta**

Quelle: The Pembina Institute, Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush, 2005: Tab. 1

#### **4.2.2 Vorkommen in anderen Ländern**

Nennenswerte Ölsandvorkommen gibt es auch in Venezuela und den USA.

In Venezuela gibt es nach neuesten Schätzungen 77 Mrd. Barrel Ölsand. Die Vorkommen befinden sich im Osten am Orinoco-Gürtel. Es herrscht große Konkurrenz zwischen Kanada und Venezuela, weil beide um die internationale Anerkennung ihrer Ölreserven kämpfen. Venezuela zieht es vor, seinen Ölsand Schweröl zu nennen, da es im Orinoco-Gürtel rund 90 % der globalen Schwerölvorräte gibt. Der Vorteil Venezuelas besteht darin, dass das Klima wärmer ist als in Kanada und somit die Ölsande flüssiger sind. Daher können konventionelle Technologien beim Abbau verwendet werden. Einer der größten Nachteile ist allerdings, dass dieses Öl zu schwer ist, um es über eine Pipeline zu transportieren oder in herkömmlichen Erdöl-Raffinerien zu verarbeiten. Aufgrund von finanziellen Problemen mit dem Kapital und mangelndem technologischen Fortschritt konnte Venezuela noch nicht so ausgereifte „Upgrader“ und Raffinerien bauen wie Kanada. Die weitere Entwicklung die-

ser Ölsande wurde von der Regierung eingeschränkt, weil Venezuela in politischer Hinsicht viel instabiler ist als Kanada. Hinzu kam ein Streik der Angestellten des staatlichen Erdölunternehmens PDVSA<sup>1</sup> im Jahr 2002, woraufhin die meisten Angestellten entlassen wurden.

Auch in den USA gibt es Ölsandvorkommen. Es gibt acht Hauptlagerstätten in Utah mit einem Vorrat von rund 32 Mrd. Barrel. Die größten Lagerstätten liegen im so genannten „Tar Sand Triangle“. Es breitet sich aus über Wayne County und Grafield County. Seit 1972 wurden mit Ölsand verschiedene Experimente durchgeführt. Da aber ab Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts der Ölpreis zu sinken begann und bedingt durch ineffiziente Prozesstechnologien und diverse Experimente zu hohe Kosten verursacht wurden hat man die Vorhaben gestoppt.

### 4.3 Gewinnung von Ölsand

Ölsand besteht aus Sand, Schlamm, Lehm, Wasser und 10 - 12% Kerogen. Er hat eine relativ dunkle Farbe und riecht stark nach Kohlenwasserstoff. Der technische Begriff für aus Ölsand extrahiertes Öl ist „crude bitumen“, also rohes Kerogen<sup>2</sup>. Es ist ein dickflüssiges schweres Öl, das sehr schlecht fließt.

Je nachdem, wie tief die Lagerstätte des Ölsandes ist, wird entweder die Tagebaumethode angewendet oder die „In-situ-Methode“ (an Ort und Stelle). Wenn die Ölsandvorkommen tiefer als 100 Meter unter der Erde liegen, muss man die „In-situ-Methode“ verwenden. Das Alberta Energy and Utilities Board geht davon aus, dass es in Athabasca und Alberta, rund 2.800 km<sup>2</sup> gibt, die per Tagebau abzubauen sind. Um rohes Kerogen aus Ölsand zu erhalten, muss man es mit heißem Wasser mischen und anschließend separieren, um Öl ohne Sand oder Lehm zu erhalten.

Beim Tagebau müssen Feuchtgebiete entwässert und Flüsse umgeleitet werden. Zusätzlich werden alle Bäume und die gesamte Vegetation entfernt. Um 1 Barrel synthetisches Rohöl (Syncrude) zu erhalten müssen vier Tonnen Ölsand abgebaut werden. Die Bagger, welche beim Ölsandabbau zum Einsatz kommen, sind die größten der Welt. Jede Schaufel bewegt rund 40m<sup>3</sup> des Materials. Um den Ölsand zu transportieren, wird ein spezieller Typus von Lastwägen benötigt, der 15 Meter lang, 7 Meter hoch und um 40% schwerer als eine Boeing 747 ist. Um ein Barrel aus dem Kerogen zu extrahieren braucht

---

<sup>1</sup>Petróleos de Venezuela S. A.

<sup>2</sup>Der deutsche Begriff „Bitumen“ hat nichts mit dem englischen „bitumen“ zu tun. Mit dem englischen Wort „bitumen“ wird Kerogen bezeichnet.

man zwei bis fünf Barrel frisches Wasser und rund 10 m<sup>3</sup> Erdgas. Mit dieser Menge an Erdgas könnte man ein kanadisches Haus eineinhalb Tage lang heizen. Durch die Abbau- und Extraktionsprozesse gewinnt man etwa 90% des Kerogens eines Vorkommens. Eine Veranschaulichung der Tagebau-Methode zeigt Abbildung 9.

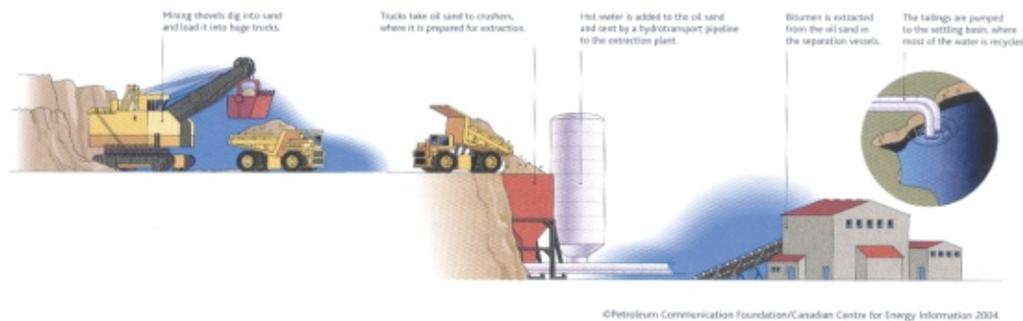


Abbildung 9: Tagebau

Tagebau ist zwar praktischer, jedoch sind ungefähr 93% der Ölsandvorkommen in Alberta nur in situ zugänglich. Hier können allerdings nicht Methoden aus dem Bereich der konventionellen Erdölgewinnung verwendet werden. Um den dickflüssigen, viskosen Ölsand an die Oberfläche zu transportieren, wird Hochdruckdampf in die Vorkommen gepumpt, damit man schon unter der Oberfläche das Öl vom Schlamm und Lehm trennt. Um es leichter an die Oberfläche zu transportieren, wird der eingesetzte Dampf hoch erhitzt. Man kann daraus ersehen, wie energieaufwändig dieses Verfahren ist. Es gibt mehrere In-situ-Techniken, doch von den kanadischen Ölsandfirmen wird vorwiegend SAGD (steam assisted gravity drainage) verwendet.

Es gibt folgende In-situ-Techniken:

- **Steam Assisted Gravity Drainage (SAGD)**

Steam Assisted Gravity Drainage ist die vorherrschende Methode bei kanadischen Ölsandprojekten und wurde in den achtziger Jahren von Albertas Regierung entwickelt. Beim SAGD-Verfahren wird das Gelände oberhalb der Ölsandvorkommen von jeglicher Vegetation befreit und zwei Druckröhren unter der Erdoberfläche verlegt. Durch eine Druckröhre wird Wasserdampf zur Ölsandlagerstätte befördert. Bei großen SAGD-Anlagen wird dieser Hochdruckdampf in zentralen Einrichtungen erzeugt und über Pipelines zu den Vorkommen transportiert.

Nach der Hochdruckdampf-injektion wird das durch die Hitze verflüssigte Kerogen und das Wasser (als kondensierter Dampf) durch die zwei-

te Druckröhre über die Pipelines zur Haupteinrichtung zurücktransportiert. Dort wiederum wird das Kerogen vom Wasser getrennt und das Wasser wird wieder zur Dampferzeugung genutzt. Um ein Barrel Kerogen per SAGD zu extrahieren benötigt man zweieinhalb bis vier Kubikmeter Dampf und  $27 \text{ m}^3$  Erdgas. Mit dieser Menge Gas könnte man ein kanadisches Haus ungefähr fünfeinhalb Tage lang heizen. Im Vergleich zum Tagebau gewinnt man mit SAGD nur 60% bis 80% des Kerogens aus einem Vorkommen (Tagebau bis zu 90%).

Das Prinzip von SAGD ist in Abbildung 10 und 11 ersichtlich.

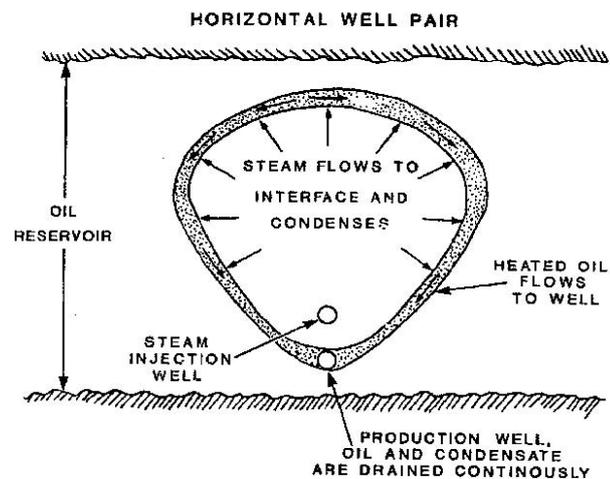


Abbildung 10: SAGD-Prinzip (Querschnitt)

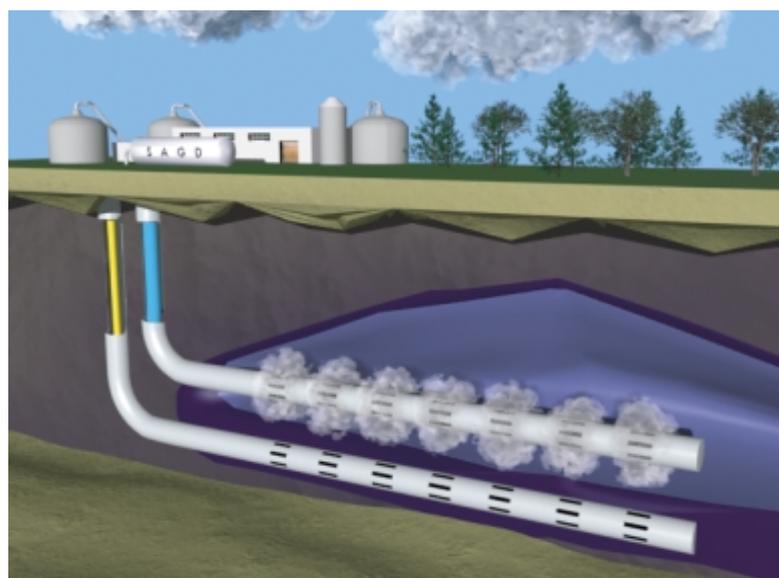


Abbildung 11: Funktionsweise der SAGD-Methode

- **Cyclic Steam Stimulation (CSS)**

Cyclic Steam Stimulation ist eine Methode, bei der Dampf injiziert wird, um schwere Öle abzubauen. Kalifornien wendet diese Methode bereits seit den fünfziger Jahren an. Auch die kanadische Firma Imperial Oil nutzte diese Methode rund um die Gebiete des Cold Lake seit 1985. Zuerst wird Dampf mit einer Temperatur von 300° Celsius über ein Druckrohr zum Ölsandvorkommen befördert. Nachdem sich nach einigen Wochen die Hitze in dem Vorkommen ausgebreitet hat, wird das heiße und dadurch flüssige Öl an die Oberfläche gepumpt. Danach wird der Prozess wiederholt. Ein Vorkommen wird solange abgebaut, bis die Dampfkosten höher werden als der Gewinn. Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Dampfkosten generell sehr hoch sind.

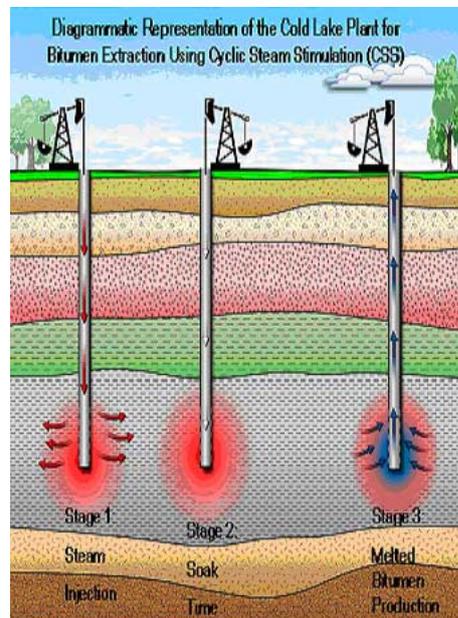


Abbildung 12: CSS-Prinzip

- **Vaporized Extraction (VAPEX)**

VAPEX ähnelt SAGD sehr stark, allerdings wird statt Dampf eine Kohlenwasserstofflösung in eine Druckröhre injiziert um das Kerogen zu verflüssigen. In verflüssigter Form kann das Kerogen dann über die zweite Druckröhre an die Oberfläche transportiert werden. Die Vorteile dieser Methode liegen auf der Hand: die erforderliche Energiemenge ist wesentlich geringer, da man keinen Dampf verwendet. Außerdem wird bereits bei der Kohlenwasserstoffinjektion ein Teil des Upgradens, das Lösen der Ölsandteile, ohne zusätzlichen Aufwand durchgeführt. Da diese Methode sehr neu ist, wird sie in der Praxis noch nicht angewendet, je-

doch schenken ihr die Ölfirmen großes Interesse. Rund um das VAPEX-Verfahren wird derzeit viel Grundlagenforschung betrieben.

- **Toe to Heel Air Injection (THAI)**

Toe to Heel Air Injection ist das neueste unter den In-situ-Verfahren. Bei THAI wird durch eine vertikale Druckröhre Luft injiziert und durch eine horizontale Druckröhre das Kerogen an die Oberfläche befördert. Das Öl wird im Vorkommen entzündet und es entsteht eine vertikale Feuerwand, die sich von der „toe“ (Zehe) des horizontalen Druckrohres bis zur „heel“ (Ferse) bewegt. Dadurch werden die schweren Ölkomponenten verbrannt und die leichteren Komponenten gelangen in die zweite Druckröhre, von der aus das Kerogen an die Oberfläche transportiert wird. Wie bei VAPEX wird durch die Verbrennung das schwere Kerogen bereits unter der Erdoberfläche in leichteres Kerogen veredelt. Es gibt sehr häufig Probleme bei der Kontrolle der Flamme und es besteht die Gefahr, dass die Druckröhre in Flammen steht. Einige Ölfirmen glauben jedoch, dass THAI die beste unter den In-situ-Methoden ist und sind der Meinung, dass sie in Zukunft kontrollierbarer sein wird. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass man keine Energie benötigt, um Dampf zu erzeugen oder Kohlenwasserstoff zu verpumpen.

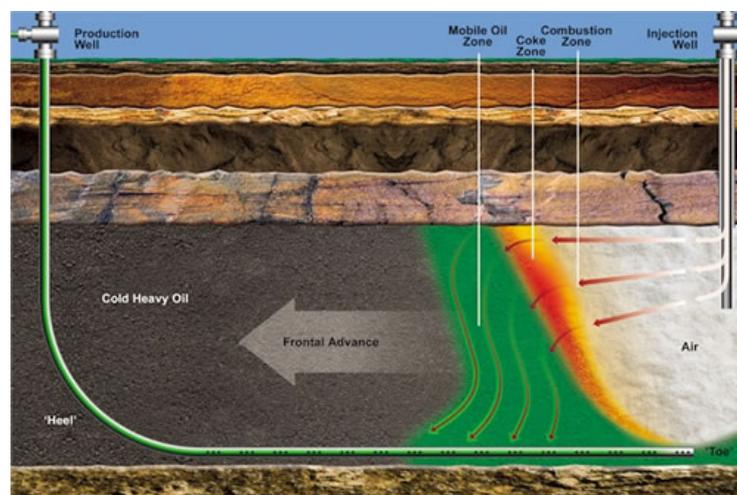


Abbildung 13: THAI-Prinzip

Für alle genannten Methoden gilt, dass eine die andere nicht automatisch ausschließt. Oftmals wird bei Vorkommen eine CSS Methode durchgeführt und danach mit SAGD das Kerogen an die Oberfläche befördert. Manche Firmen probieren auch, VAPEX mit SAGD zu kombinieren, um die Energie optimal zu nutzen und den Gewinn zu maximieren.

Neben Tagebau und in situ gibt es noch die Cold Flow-Methode. Bei dieser wird der Ölsand ohne Zusatz von anderen Stoffen aus der Erde gepumpt, ähnlich wie bei den anderen In-situ-Methoden. Dies ist allerdings nur möglich, wenn der Ölsand flüssig genug ist. Cold Flow wird hauptsächlich in Venezuela verwendet, da sich aufgrund der geologischen Umstände die Vorkommen in diesem Land besonders gut dafür eignen. Diese Methode wird auch bei einigen wenigen Vorkommen in Alberta angewandt.

Nachdem man das Öl an die Oberfläche befördert hat, muss es „upgegradet“ werden, bevor es zu Endprodukten wie Benzin, Kerosin, Schmieröl und Heizöl umgewandelt werden kann. Der Upgrade-Prozess verwandelt das dicke, sirupartige Öl durch das Hinzufügen von Wasserstoff (sogenanntes mildes Hydrocracking) in ein leichtflüssigeres synthetisches Rohöl (Syncrude) von höherer Qualität. Erst nach dem Upgraden kann es in der Raffinerie weiterverarbeitet werden.

#### 4.4 Beteiligte Firmen

Durch den Ölsandboom in den letzten Jahren sind sehr viele Ölsandfirmen gegründet worden. Hier werden die größten und bedeutendsten angeführt. Die größten Firmen, die am Ölsandabbau beteiligt sind, sind Suncor, Imperial Oil, Canadian Natural, Petro-Canada, EnCana, Nexen, Shell Canada Limited und Syncrude.

Die nachfolgend angeführten Zahlen über den Gewinn von Ölsand beruhen auf einem im Februar 2006 herausgegebenen Dokument des Alberta Department of Energy (siehe Anlage 7.1).

Die Firma Suncor wurde 1917 in Montreal als Sun Company of Canada gegründet. Bis 1995 war Suncor mit der Firma Sunoco verbunden. Suncor liegt mit einer Gewinnung von rund 280.000 Barrel pro Tag an erster Stelle und ist neben Syncrude der Konzern, der die größten Ölsandprojekte betreibt. Bei Suncor sind ungefähr 5.000 Mitarbeiter angestellt und der Jahresumsatz 2005 betrug 11.086 Mrd. CAD<sup>1</sup>.

Imperial Oil ist eine kanadische Erdölfirma, die zu 25% an dem Joint Venture Syncrude beteiligt ist. Mit drei Projekten, bei denen ungefähr 200.000 Barrel pro Tag gewonnen werden, ist Imperial Oil an der Spitze der Ölsandfirmen. Mit rund 5.000 Angestellten und einem Jahresumsatz von rund 27.000 Mrd. CAD ist Imperial Oil unter den größten Erdölunternehmen Kanadas<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Werte von Firmenhomepage [www.suncor.com](http://www.suncor.com) (Abgerufen am 5.1.2007).

<sup>2</sup>Werte von [www.globeinvestor.com](http://www.globeinvestor.com) (Abgerufen am 6.1.2007).

Das Unternehmen Canadian Natural betreibt derzeit 16 Projekte in den Gebieten Athabasca und Cold Lake. Das Projekt Primrose, bei dem rund 110.000 Barrel pro Tag gewonnen werden, setzt auf die CSS-Methode. Canadian Natural hat etwas weniger als 3.000 Angestellte und erwirtschaftete 2005 einen Umsatz von 10,239 Mrd. CAD<sup>1</sup>.

Wie Imperial Oil, ist auch Petro-Canada an Syncrude beteiligt. Das Unternehmen betreibt aber auch zwei eigene Projekte. Im Moment fördert Petro-Canada 51.000 Barrel pro Tag mit der SAGD-Methode. Das Unternehmen erzielte 2005 einen Umsatz von 16.779 Mrd. CAD und beschäftigt rund 5.000 Angestellte<sup>2</sup>.

Husky Energy hat den Firmensitz in Calgary und hat zwei SAGD-basierende Projekte in den Gebieten Cold Lake und Athabasca laufen. Das Unternehmen produziert rund 230.000 Barrel pro Tag. Der Jahresumsatz 2005 betrug 10.328 Mrd. CAD<sup>3</sup>. Es sind rund 3.000 Mitarbeiter bei Husky Energy angestellt.

EnCana hat mehr als 4.000 Angestellte und hatte 2005 einen Jahresumsatz von 14.322 Mrd. CAD<sup>4</sup>. Der Name des Unternehmens lässt sich aus den Begriffen „Energy“, „Canada“ und „Alberta“ ableiten. Derzeit hat EnCana 3 Projekte laufen, bei denen rund 53.000 Barrel pro Tag gewonnen werden.

Besonders interessant ist Syncrude, ein Zusammenschluss mehrerer Erdöl- und Ölsandunternehmen. Syncrude ist der weltweit größte Ölsandproduzent. Die beteiligten Firmen sind:

- Canadian Oil Sands
- Imperial Oil
- Petro-Canada
- Nexen
- ConocoPhillips
- Mocal Energy
- Murphy Oil

Ein genauer Überblick über die Anteile ist in Abbildung 14 ersichtlich.

---

<sup>1</sup>Werte von [www.globeinvestor.com](http://www.globeinvestor.com) (Abgerufen am 6.1.2007).

<sup>2</sup>Werte von Firmenhomepage [www.petro-canada.ca](http://www.petro-canada.ca) (Abgerufen am 5.1.2007).

<sup>3</sup>Werte von [www.globeinvestor.com](http://www.globeinvestor.com) (Abgerufen am 6.1.2007).

<sup>4</sup>Werte von [www.globeinvestor.com](http://www.globeinvestor.com) (Abgerufen am 6.1.2007).

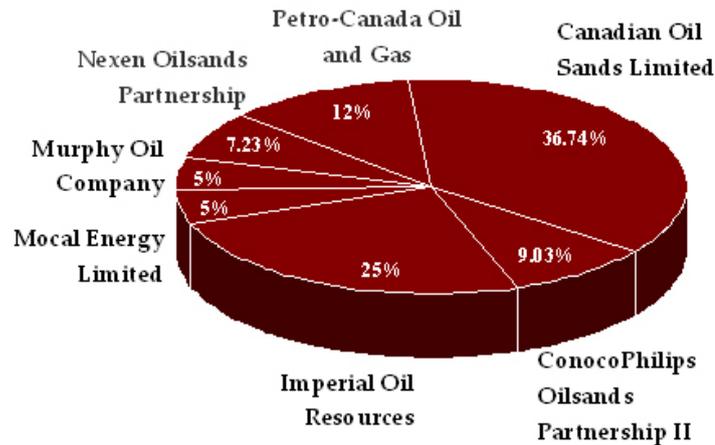


Abbildung 14: Beteiligungen am Joint Venture Syncrude

Syncrude versorgt Kanada mit 15 % des benötigten Rohöls. 2005 wurden von dem Unternehmen 78.1 Millionen Barrel synthetisches Rohöl erzeugt. Durch die Projekte der Firma Syncrude haben rund 14.000 Kanadier einen Arbeitsplatz. 4.400 sind direkt bei Syncrude beschäftigt.

Einen Überblick über die Firmen und ihre Projektstandorte verschafft Abbildung 15.

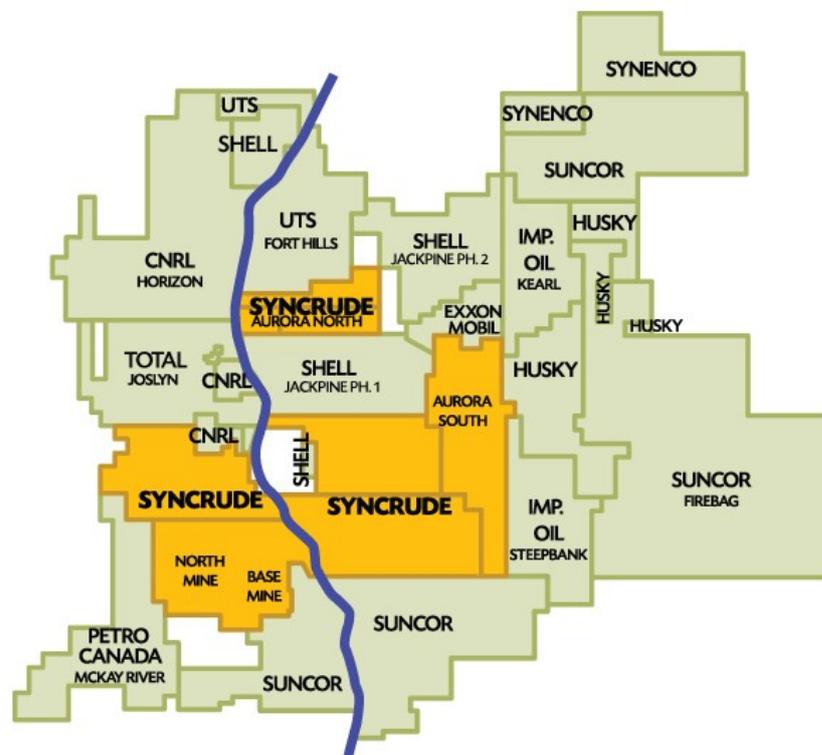


Abbildung 15: Ölsandfirmen entlang des Athabasca River

## 4.5 Rentabilität

Zur Zeit der Erstellung gegenständlicher Fachbereichsarbeit (August 2006 - Februar 2007) lag der Ölpreis (WTI in Cushing, Oklahoma), abgesehen von einigen Ausreißern, im Bereich zwischen 50 und 60 USD pro Barrell mit steigender Tendenz.

<b>CAD (2005) per barrel at the Plant Gate</b>	<b>Crude Type</b>	<b>Operating Cost</b>	<b>Supply Cost</b>
Cold Production	Bitumen	6 to 9	14 to 18
CHOPS	Bitumen	8 to 10	16 to 19
CSS	Bitumen	10 to 14	20 to 24
SAGD	Bitumen	10 to 14	18 to 22
Mining/Extraction	Bitumen	9 to 12	18 to 20
Integrated Mining/Upgrading	Synthetic	18 to 22	36 to 40

### **Geschätzte Betriebs- und Produktionskosten pro Barrel**

Quelle: National Energy Board, Canada's Oil Sands: Opportunities and Challenges to 2015: An Update, 2006: Tab. 2.1

Aus obiger Tabelle sind die Produktionskosten je Barrel ersichtlich. Diese Produktionskosten hängen von sehr vielen unterschiedlichen Faktoren ab:

„Operating costs can generally be considered as reflecting the cash costs of operation while supply costs include all costs associated with production, including operating cost, capital cost, taxes, royalties and a rate of return on investment. Supply costs are stated as a range, reflecting variables such as: reservoir quality, depth of the producing formation, project size, recovery method and operating parameters.“ [17, S. 3]

Zusammengefasst kann man davon ausgehen, dass die Produktion eines Barrell insgesamt je nach Produktionsverfahren rund 14 bis 24 USD kostet. Somit ist die Produktion erst wirklich dann rentabel, wenn die Erdölpreise auf Dauer hoch, mindestens aber über etwa 30 USD bleiben. Die Voraussetzungen für die Ölsandfirmen werden auch von anderen Faktoren, wie zum Beispiel dem Erdgaspreis, den Stromkosten, dem Fortschritt der Technologie und von der Qualität der Ölsandvorkommen, beeinflusst.

„Under today's market conditions, integrated mining and SAGD are estimated to be economic at US\$30 to \$35 per barrell for WTI. In recent years, higher oil prices have bolstered the economics of pro-

spective projects. On the downside, however, higher energy costs, higher capital costs, a rising Canadian dollar relative to the U.S. dollar, and widening light/heavy differentials have proved to be significant challenges.“ [17, S. 8]

„At an assumed WTI price of \$32 per barrel, the oil sands production is expected to increase three fold by 2017, contributing much more than half of Alberta’s oil supply.“ [20, S. 1]

Laut dem Canadian Energy Research Institute wird die Ölsandproduktion bis 2017 um das Dreifache ansteigen, wenn der Ölpreis 32 USD pro Barrel beträgt. Je mehr ein Barrel Rohöl kostet, desto höher ist die Gewinnspanne der Ölsandunternehmen und desto höher sind auch die Investitionen in neue Projekte bzw. in die Forschung.

Neben dem hohen Erdölpreis ist auch wichtig, dass der Preis für Erdgas so niedrig wie möglich sein sollte. Denn mit Hilfe von Erdgas wird das Kerogen aus den Vorkommen extrahiert. Erdgas dient auch als Wasserstoffquelle für das Upgraden in synthetisches Rohöl. Die Ölsandindustrie wird daher sehr stark kritisiert, da sie stets mehr und mehr hochqualitatives, sauber verbrennendes Erdgas benötigt. Der Bezug von Erdgas gehört zu den Hauptbetriebskosten von Ölsandfirmen sowohl für Tagebau als auch In-Situ-Projekte.

Aus der nachstehenden Tabelle ist ersichtlich, wie viel Erdgas für das Erzeugen von synthetischem Rohöl benötigt wird:

Activity	Volume of Natural Gas Consumed (cubic feet) per Barrel of Bitumen
Surface mining and upgrading	Approximately 750 (250 extraction and 500 upgrading)
In situ production and upgrading	1500 (1000 extraction and 500 upgrading)

#### **Benötigtes Erdgas für Extraktion und Produktion**

Quelle: The Pembina Institute, Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada’s Oil Sands Rush, 2005: Tab. 2

Aufgrund des steigenden Erdgaspreises werden allerdings alternative Energiequellen gesucht, wie zum Beispiel Kernenergie. Es wird darüber spekuliert, CANDU-Reaktoren<sup>1</sup> zu verwenden, falls man tatsächlich Kernenergie einsetzen will.

<sup>1</sup>CANDU-Reaktoren (CANada Deuterium Uranium) sind spezielle Schwerwasserreaktoren, die in Kanada entwickelt wurden. Das Hauptmerkmal ist die Kühlung und Moderation mit schwerem Wasser (D<sub>2</sub>O).

„The oil sands industry consumes about 0.6 billion cubic feet of natural gas per day, enough to heat 3.2 million Canadian homes per day.“ [24, S. 15]

„Both integrated mining and thermal in situ operations are intensive users of natural gas. Over the past several years, the price of natural gas has increased substantially. The future price of natural gas and the development of alternative, including fuel substitutes and gasification, will have a material impact on supply costs and project economics.“ [17, S. 8]

Obwohl der Erdölpreis jederzeit sinken könnte und Erdgas teurer wird, sind die Unternehmen sehr investitionsbereit. Die bedeutendsten Firmen, wie zum Beispiel Suncor, EnCana, Canadian Natural Resources Limited, Imperial Oil Limited und Shell Canada Limited, haben 2006 bekanntgegeben, dass neue Projekte in Planung sind und dass sie bereits existierende Projekte erweitern wollen. Seit 2005 wurden besonders große Landflächen gekauft, um neue Vorkommen zu erforschen und neue Projekte zu starten. Sogar Unternehmen, die ihren Sitz nicht in Kanada haben, gehen Bündnisse mit kanadischen Ölsandfirmen ein (vgl. [17, S. 10f]).

## 4.6 Problematik

Die Produktion von Ölsand wirkt sich nicht nur positiv auf Kanada aus. Sie wird nicht zuletzt aufgrund der vielen Treibhausgasemissionen als sehr umweltbelastend angesehen. Experten wissen, dass ein Klimawandel nur dann verhindert werden kann, wenn es zur drastischen Reduktion von Treibhausgasemissionen kommt. Für Kanada, eines der energie-intensivsten Länder der Welt, bedeutet das, dass die Treibhausgasemissionen um 80% - 90% vermindert werden müssen. Bereits im Jahr 2000 machte die Ölsandindustrie 3% der gesamten Treibhausgasemissionen Kanadas aus, was 23,3 Mt entspricht. Kanadas Aufgabe ist es daher, die Unternehmen zu überzeugen, umweltschonendere Technologien einzusetzen oder aber auch in anderen Wirtschaftsbereichen die Treibhausgasausstöße zu verringern (vgl. [24, S. 20]).

Im Gegensatz zur Produktion von Rohöl ist die Erzeugung von einem Barrel synthetischem Rohöl weitaus umweltbelastender. Abbildung 16 zeigt den Unterschied der Menge der emittierten Treibhausgase bei der Erzeugung pro Barrel.

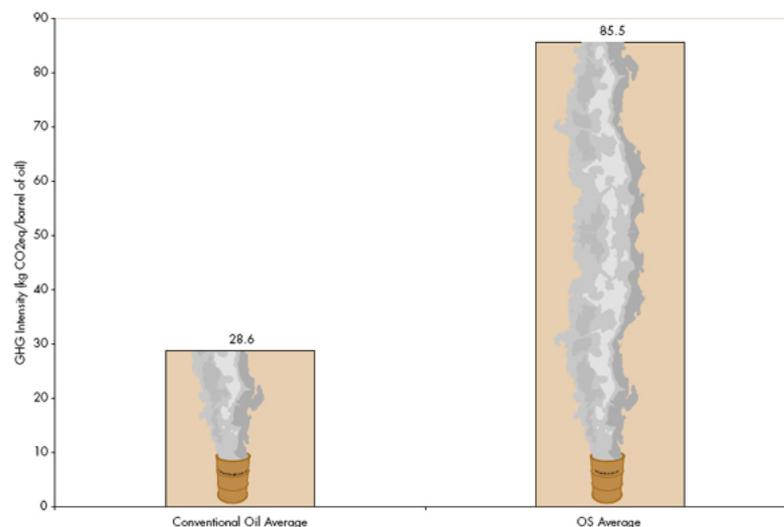


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen bei der Produktion von synthetischem Rohöl und konventionellem Rohöl

Es gibt schon viele Ideen und mögliche Konzepte um dieses Problem in Angriff zu nehmen, zum Beispiel die Verwendung von alternativen Energiequellen. Dennoch wird es noch Jahrzehnte dauern, bis diese in die Realität umgesetzt werden. Einige Firmen, wie zum Beispiel Shell Canada, haben sich vorgenommen, ihre Treibhausgasemissionen um 50 % zu verringern, indem sie Ener-

gie effizienter nützen. Dieses Beispiel demonstriert, dass die Ölsandindustrie durch effizienteres Energiehandling sehr wohl auch dazu beitragen kann, die Umwelt weniger zu belasten.

Einerseits versucht die kanadische Regierung die Ölsandindustrie zu fördern, andererseits versucht man auch, die Treibhausgasemissionen zu verringern.

„Canada’s position on GHG emissions is ambivalent. It can be described as someone trying to ride two horses galloping in opposite directions. One horse pulls energy investments towards the fossil fuels sector, thus increasing GHG emissions. The opposite horse purse programmes and policies aimed at reducing GHG emissions.“ (Aussage von Charles Caccia, ehemaliger Vorsitzender des Canadian House of Commons, 2002)

Ein weiteres Problem besteht darin, dass beim Abbau von Ölsand die Umwelt und die Landschaft zunehmend belastet werden, da das Ökosystem des borealen Waldes nur in gewissem Maße belastbar und tolerant ist. Es widersteht nur so viel Degeneration, bis die Fähigkeit sich zu regenerieren erschöpft ist. Da die Industrialisierung des Nordostens von Alberta aufgrund der Ölsande unvermindert weitergeht, steht man der Entwicklung sehr skeptisch gegenüber.

Es ist wichtig, dass man genau herausfindet, wie weit man das boreale Ökosystem durch den Ölsandabbau belasten darf. Nur so kann man verhindern, dass dem Athabasca River zuviel Wasser entnommen wird und die darin lebenden Organismen geschädigt werden.

„After five years of gathering information, Alberta Environment plans to identify how much water must remain in the river to provide adequate habitat for the fish. Then the department can make informed decisions about how much water can be withdrawn during the winter while ensuring that the ecosystem is fully protected.“  
[24, S. 30]

Fraglich ist allerdings, ob man in der Theorie wirklich berechnen kann, wie sich Ökosysteme in der Praxis verhalten.

Weiters gilt es herauszufinden, wie viel Bäume und Pflanzen man entfernen kann, damit keine Tierarten aussterben und wie sehr man die Luft belasten darf, bevor das Ökosystem nachhaltig geschädigt wird. Stéphane Dion, der ehemalige Umweltminister Kanadas, äußerte sich folgendermaßen zur Ölsandindustrie: „There is no environmental minister on earth who can stop the oil from coming out of the sand, because the money is too big. But we have to be

very strict on environmental impact.“

„The long-term goal should be the development of a “minimum waste, minimum impact,, economy and society.“ [1, S. 76]

Bei der Extraktion des Kerogens entstehen unter anderem auch Tümpel, in denen teils schädliche Abfallprodukte aus dem Ölsandabbau eingetragen werden, also Reste von Kerogen, chemisch belastetem Wasser, Sand, Schlamm und feinen Lehmteilchen.

Diese verschmutzten Gewässer und die deformierten Landschaften gehören zu den größten durch den Menschen entstandenen Strukturen der Erde und nehmen bereits 50 km<sup>2</sup> der Fläche Albertas ein. Abbildung 17 zeigt die durch den Ölsandabbau entstehenden Landschaftsveränderungen.



Abbildung 17: Durch den Ölsandabbau deformierte Landschaft

Die große Gefahr liegt darin, dass ein Teil des giftigen Kerogens in den Tümpeln bleibt. Somit könnte dieses Gift ins Grundwasser absickern. Um Vögel

davon abzuhalten, aus diesen Tümpeln zu trinken, werden Vogelscheuchen aufgestellt oder Propankanonen nahe des abgebauten Vorkommen installiert. Außerdem bleiben feine giftige Rückstände übrig, die nicht in der Landschaft abgelagert werden können, da sie zu giftig sind.

„... the volume of fluid fine tailings produced by Suncor and Syncrude alone will exceed one billion cubic metres by the year 2020, enough to fill 400,000 Olympic-sized swimming pools.“ [24, S. 31]

Das Entsorgen dieser Rückstände ist sehr kostenintensiv und könnte sich in der Zukunft zu einem ernsthaften Problem entwickeln. Falls ein Unternehmen die Entsorgung nicht zahlen kann, müsste also die Bevölkerung die Kosten dafür übernehmen.

Aufgrund dieser großen Probleme sind viele Leute besorgt über die Quantität und Qualität des Wassers. Deshalb hat Alberta im Jahr 2003 die „Water for Life“<sup>1</sup> Strategie entwickelt.

Abbildung 18 zeigt die Lizenzverteilung des Wassers am Athabasca River.

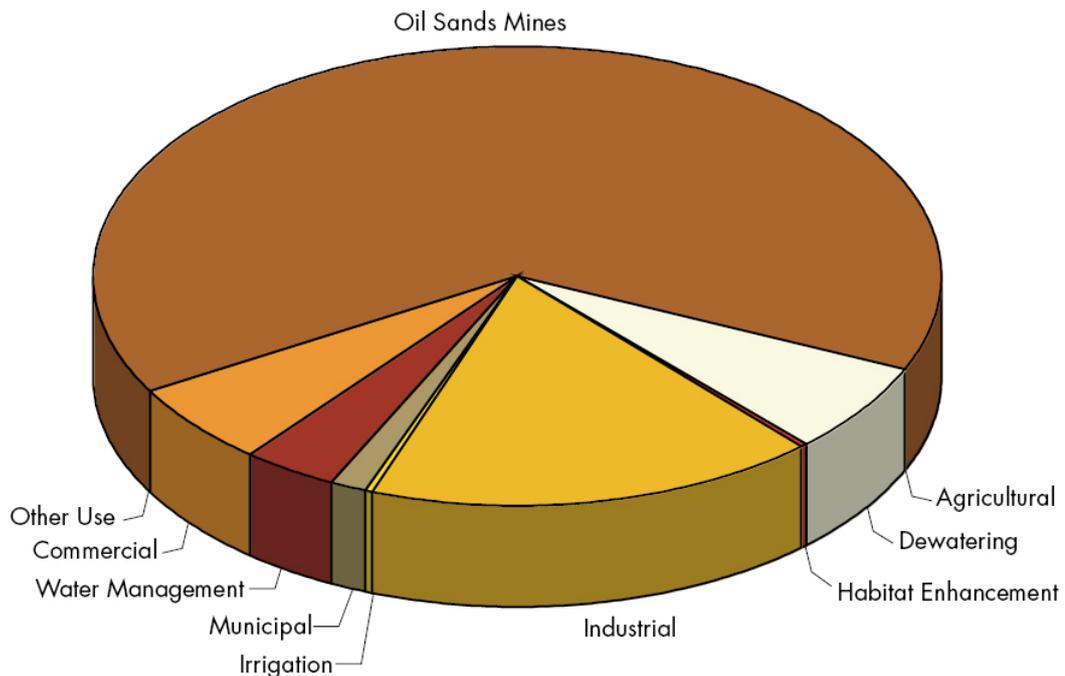


Abbildung 18: Lizenznehmer an den Wasserressourcen des Athabasca River

Die Regierung bemüht sich zwar, den Wasserverbrauch gering zu halten, doch durch die stetig ansteigende Anzahl der Ölsandprojekte wird der Wasserverbrauch naturgemäß immer höher. Da 93 % der Vorkommen nur durch die

<sup>1</sup>[www.waterforlife.gov.ab.ca](http://www.waterforlife.gov.ab.ca)

In-Situ-Methode abgebaut werden können, bei der viel mehr Wasser benötigt wird als beim Tagebau, wird man noch mehr Wasser benötigen. Ölsandfirmen steht es zu, jährlich insgesamt 349 Millionen m<sup>3</sup> Wasser des Athabasca River zu verbrauchen.

Wie Abbildung 19 zeigt, wird sich der Bedarf an Wasser bis 2020 verdoppeln.

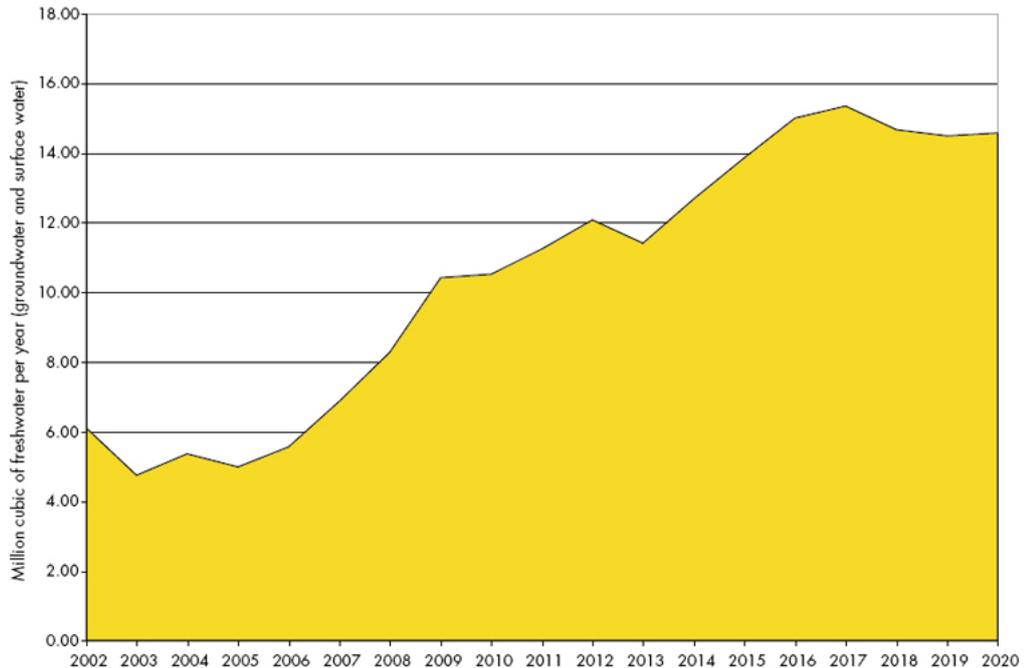


Abbildung 19: Benötigte Wassermengen bis 2020

Besonders problematisch ist auch die Tatsache, dass beim Ölsandabbau der boreale Wald, der 35 % der Feuchtgebiete weltweit ausmacht und das größte Torfland der Welt ist, enorm verändert wird. Beim Tagebau wird einerseits die Oberfläche zerstört und andererseits wird der Grundwasserfluss und -pegel verändert. Außerdem entsteht sehr viel Lärm und der natürliche Lebensraum der Tiere wird zerstört. Auch bei der In-Situ-Methode kommt es zu Landschaftsfragmentierungen. Diese kann sehr schlechte Auswirkungen auf das seismische Verhalten haben und verheerende Folgen nach sich ziehen. Die Fragmentierung der Landschaft ist eine ernsthafte Gefahr für die biologische Vielfalt und kann zum Aussterben von Tierarten führen. 10 % des Feuchtlandes wird der Ölsandindustrie zum Opfer fallen, indem alle Pflanzen von der Oberfläche entfernt werden. Das Feuchtland macht 40 % vom borealen Wald aus und ist ein wichtiger Faktor für die Umwelt, da es, zusammen mit dem Torfland, das Oberflächen- und Grundwasser reguliert und reinigt. Außerdem leben in diesen Wäldern sehr viele seltene Tiere und Pflanzen. Der im Jahr 2006

verstorbene kanadische Umweltschützer Dr. Richard Thomas bezeichnete die Auswirkungen des Ölsandabbaus als ökologischen Holocaust.

Ein weiterer Nachteil der Ölsandproduktion ist die Luftverschmutzung. Bei der Produktion von synthetischem Erdöl wird die Umwelt wesentlich mehr belastet als bei der Produktion von konventionellem Rohöl. Die Herstellung von synthetischen Rohöls ist weitaus energieintensiver weil zum Beispiel die Erzeugung des Hochdruckdampfes, der Herauslösen des Kerogens aus dem Ölsand oder das Upgraden zusätzlich erforderlich sind.



Abbildung 20: Durch Tagebau zerstörte Landschaft



Abbildung 21: Tümpel mit Abfällen aus der Produktion

## 5 Wirtschaftliche Bedeutung der Ölsandvorkommen

Albertas Ölsande werden sich positiv auf das Bruttoinlandsprodukt Kanadas auswirken, vor allem auf das Albertas. Es werden mehrere hunderttausend Arbeitsplätze geschaffen. Zudem werden die staatlichen Einnahmen durch Gebühren und Steuern, die durch die Ölsandproduktion anfallen, beachtlich ansteigen.

### Projected Oil Sands Production

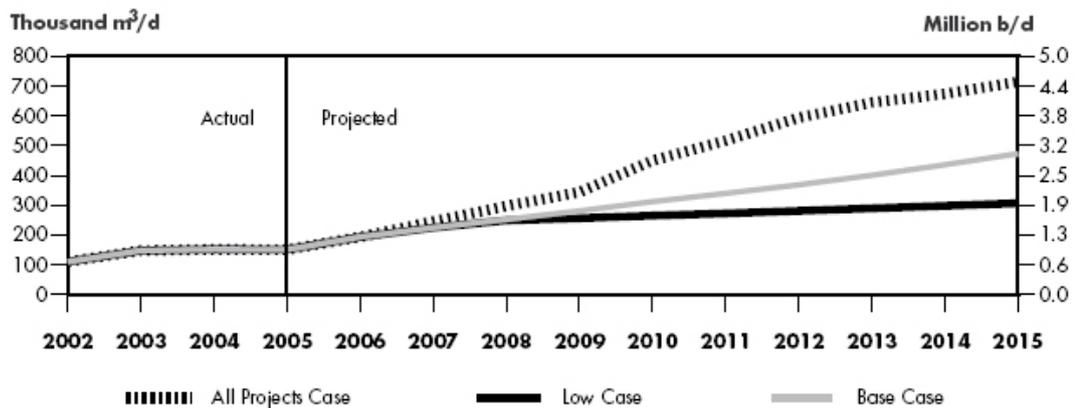


Abbildung 22: Produktion von Ölsand bis 2015

Abbildung 22 zeigt eindeutig, dass selbst im schlechtesten Fall (low case) die Produktion von Ölsand bis 2015 steigen wird. Im Fall, dass alle Ölsandprojekte zeitgerecht abgeschlossen sind (All Projects Case), werden im Jahr 2015 pro Tag ungefähr 4,4 Mio. Barrel Ölsand pro Tag produziert. Im schlechtesten Fall geht man davon aus, dass der Preis für ein Barrel Erdöl unter 35 USD sinken wird und sich somit auch die Entwicklungen verlangsamen werden, da die Investitionsbereitschaft deutlich sinken würde. Am wahrscheinlichsten ist aber, dass ein „Base Case“ eintreffen wird, da beim Bau von Anlagen in der Praxis häufig Verzögerungen auftreten. Die wichtigste Voraussetzung dafür ist, dass der Erdölpreis hoch bleibt. Dies erscheint, nicht zuletzt aufgrund der stetig steigenden Nachfrage und der unsicheren Situation im Nahen Osten, als sehr wahrscheinlich. Außerdem haben international sehr anerkannte Firmen in kurzer Zeit sehr viel in Ölsand investiert, was nicht geschehen wäre, wenn das Ölsandgeschäft nicht rentabel wäre.

Während im Jahr 1997 für Ölsand rund 3.800 Millionen CAD von Ölsandfirmen investiert wurden, haben sich die Ausgaben bis 2006 ungefähr vervierfacht. Denn im Jahr 2005 gab man ca. 17 Mrd. CAD für die Ölsandproduktion aus (vgl. [8, Tab. 4.16b]).

Voraussichtlich werden im Jahr 2015 (Base Case) rund 3,8 Mio. Barrel Ölsand pro Tag produziert werden.

## 5.1 Bedeutung für Kanada

Durch die Ölsandindustrie wird Alberta zu einer der wichtigsten Provinzen von ganz Kanada werden. 75 % der jährlichen Investitionen im Bereich Öl, Gas und Ölsande entfallen auf Alberta. Im Zeitraum von 2000 bis 2020 werden in Kanada aus der Ölsandindustrie ungefähr 5,4 Millionen Mannjahre an Arbeitsleistung generiert werden, 3,6 Millionen allein in Alberta (vgl. [20, S. X]), was in etwa 270.000 Arbeitsplätzen in Kanada bzw. 180.000 in Alberta entspricht. Bereits bis 2003 wurden durch den Ölsandboom 120.000 Arbeitsplätze geschaffen, wie aus Abbildung 23 ersichtlich ist. Die ständig steigende Nachfrage in Kanada wird auch zu einer deutlichen Erhöhung der Einkommen führen.

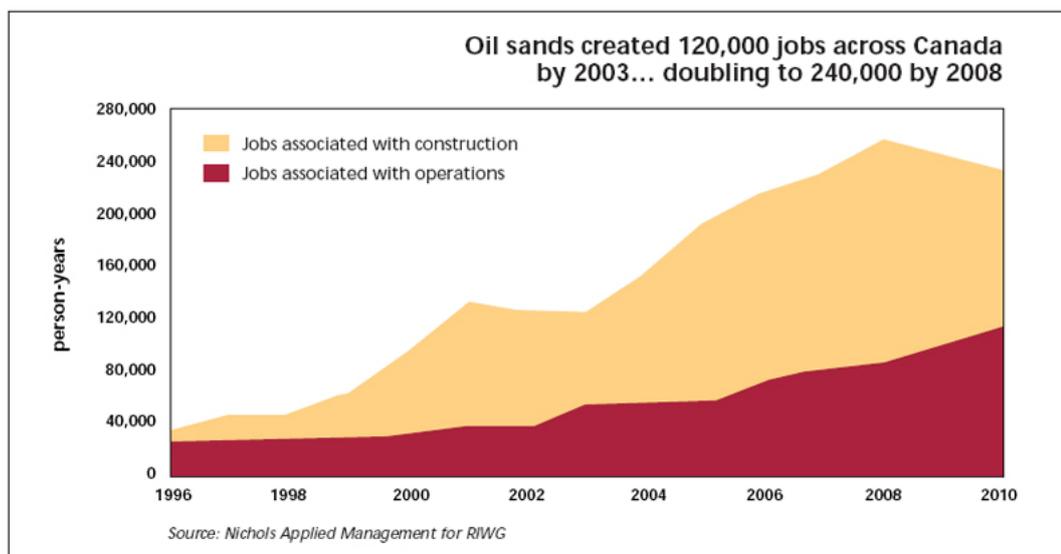


Abbildung 23: Arbeitsplätze aus der Ölsandindustrie

Die meisten Einnahmen durch den Ölsandboom wird die Regierung machen. Eine wichtige Einnahmequelle sind die Gebühren, welche für die Nutzung und Ausbeutung der Ölsandvorkommen gezahlt werden müssen. Aber vor allem durch die Steuern werden Kanadas Staatseinnahmen beachtlich steigen. Abbildung 24 veranschaulicht, woraus die Staatseinnahmen aus dem Bereich Ölsand bestehen.

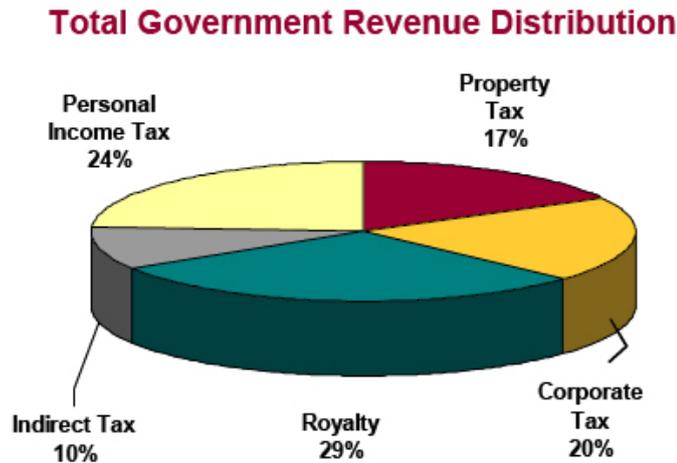


Abbildung 24: Staatliche Einnahmen aus der Ölsandindustrie

Bereits jetzt machen die Ölsande 9% des Bruttoinlandsproduktes (BIP) von Alberta aus. Bis 2020 werden es rund 20% sein. Zusätzlich zum derzeitigen BIP von Alberta, 187 Milliarden CAD, werden also 634 Milliarden CAD dazukommen, was einem BIP von 821 CAD entspricht (821 CAD sind mehr als das Doppelte des österreichischen Bruttoinlandsproduktes).

Auch für ganz Kanada spielen die Ölsande eine bedeutende Rolle: 2020 werden sie bereits rund 3% des gesamten BIP von Kanada ausmachen.

Bis zum Jahr 2020 werden enorm viele Arbeitsplätze ausgelöst durch den Ölsandboom, entstehen. 82% der Jobs die entstehen werden, sind indirekte Auswirkungen der Ölsandindustrie. Die Wirtschaft Albertas wird ein extrem wichtiger Faktor für ganz Kanada werden, da durch den großen Personalbedarf auch viele andere Wirtschaftszweige an Bedeutung gewinnen und so Arbeitsplätze entstehen lassen werden. Besonders profitieren werden als direkte Folge die Zweige Einzelhandel, Produktion, Gesundheitswesen, Nahrungsmittellindustrie, Ausbildung und Transport und Kommunikation. Aufgrund der direkt durch die Ölsandindustrie neu entstandenen und entstehenden Arbeitsplätze und die dadurch bedingte steigende Nachfrage nach Nahrung, Kleidung, Bildung etc. werden daher auch indirekt viele zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen.

Auch die Erdgasfirmen werden enorm vom Ölsandboom profitieren, da bei den Extraktions- und Upgrading-Verfahren sehr viel hochqualitatives Erdgas benötigt wird. Bis 2020 werden beinahe die Hälfte von Kanadas gesamten Erdgasreserven aufgebraucht sein (vgl. [20, S. 54]).

Insgesamt wird Kanada in den Jahren 2000 bis 2020 ungefähr 123 Milliarden CAD durch die Ölsandindustrie einnehmen, 36% (rund 44 Milliarden CAD) davon wird auf Alberta entfallen (vgl [20, S. XIV]).

Durch die Ölsandindustrie wird Kanada nicht mehr wie bisher am achten Platz unter den Rohölproduzenten weltweit liegen, sondern wird bis 2015 den vierten Platz, hinter Russland, Saudi-Arabien und den USA einnehmen, wie in Abbildung 25 ersichtlich ist.

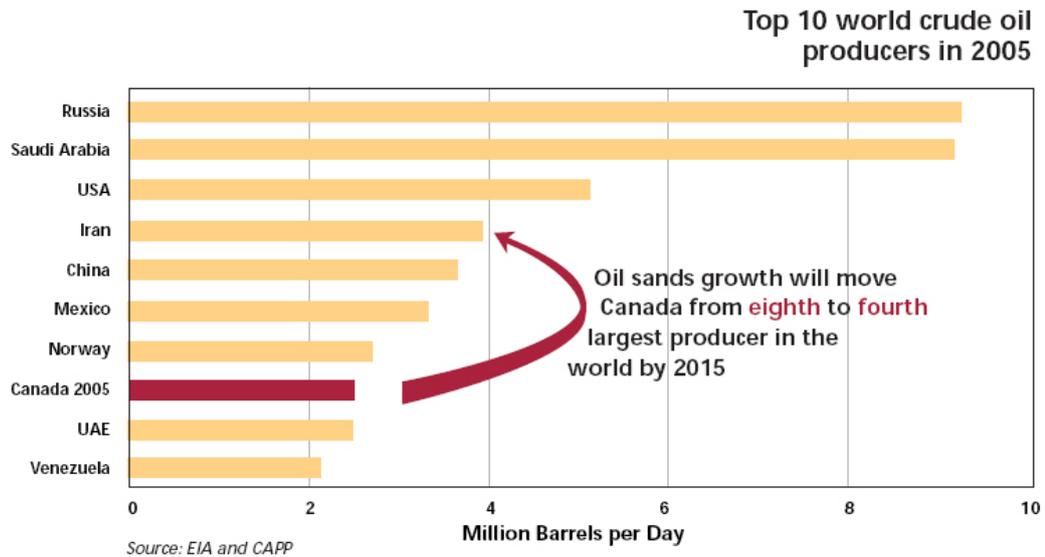


Abbildung 25: Die 10 größten Erdölproduzenten

## 5.2 Bedeutung für die Weltwirtschaft

Nicht nur Kanada profitiert vom Ölsandboom: Weltweit wird in der Periode von 2000 bis 2020 Arbeit im Ausmaß von ungefähr 1,1 Millionen Mannjahren entstehen (vgl. [20, S. X]). Dies entspricht im Mittel etwa 55.000 Arbeitsplätzen.

Nordamerika sieht die Ölsande als eine sichere Quelle von billigem und lokal verfügbarem Erdöl für die Herstellung von Treibstoffen. Der Großteil des synthetischen Rohöls wird für die Herstellung für Benzin und Diesel verwendet, wie Abbildung 26 zeigt.

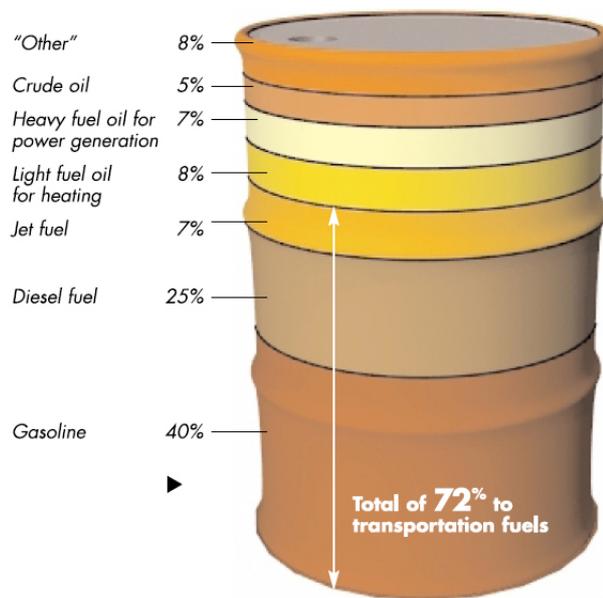


Abbildung 26: Endprodukte, die aus Ölsand erzeugt werden

Allerdings können die Ölsande den Erdölbedarf der USA nur zu einem bestimmten Anteil decken. Falls im Jahr 2015 tatsächlich 3,8 Mill. Barrel pro Tag produziert werden, würde das nur rund 10 - 15% des Bedarfs der Vereinigten Staaten decken.

Aufgrund des ständig steigenden Bedarfs für Treibstoffe, werden die Ölsande nur einen gewissen Anteil in Nordamerika decken können. Somit wird man weiterhin auf den Import von Erdöl, unter anderem aus dem Nahen Osten, angewiesen sein.

Insgesamt werden die großen Ölsandvorkommen in Kanada, die einen großen Anteil an den weltweiten Erdölreserven betragen, zu einer Stabilisierung des Weltmarktes führen.

## 6 Zusammenfassung

Die Ölsande nehmen eine wichtige Rolle in Kanadas Wirtschaft ein. Durch den Abbau dieser Ressource wird die gesamte wirtschaftliche Situation des Landes verbessert. Die ohnehin schon gute Lebensqualität in Kanada wird sich weiter verbessern, da das Bruttoinlandsprodukt erheblich ansteigen wird und schon angestiegen ist.

Weiters wird sich auch die Infrastruktur stark verbessern, da viele Straßen gebaut werden, um die weit von den Ballungsräumen entfernten Vorkommen erschließen zu können. Außerdem werden hunderttausende von Arbeitsplätzen in allen Sparten der Wirtschaft entstehen. Vor allem die USA werden in der Zukunft enorm von den Ölsanden profitieren, da sie nun eine sichere Quelle für den wertvollen Rohstoff haben.

Allerdings gibt es auch viele Probleme bei der Ölsandproduktion: Hohe Treibhausgasemissionen, hohen Erdgas- und Wasserverbrauch, Luftverschmutzung und die Zerstörung der Landschaft und der Natur. Dies führt zu vermehrtem Widerstand der Bevölkerung. Diese Probleme raschestmöglich gelöst werden, bevor die Produktion von Ölsand große, irreversible Schäden verursacht.

Der Grad der Umweltverschmutzung ist sehr stark von den eingesetzten Technologien abhängig. Aus diesem Grund kommt es sehr stark auf die eingesetzten Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung der Ölsand an, wie sehr die Umwelt belastet wird. Die Ölsandindustrie setzt aus Gründen der Wirtschaftlichkeit auf bereits lang erprobte und bewährte Methoden. Es gibt aber bereits Technologien, wie zum Beispiel VAPEX, die wesentlich schonender mit Ressourcen umgehen. Die Entwicklung und Implementierung dieser Verfahren ist sehr kostenintensiv. Hier wird es entsprechender Anstrengungen durch die kanadische Regierung bedürfen, um die Firmen zum Einsatz dieser neuen Technologien bewegen zu können.

Die Ölsande leisten einen wesentlichen Beitrag zum steigenden Ölbedarf Nordamerikas, jedoch werden sie das Ende des Erdölzeitalters nur um einige Jahrzehnte hinauszögern, aber nicht langfristig verhindern können.

## 7 Anhang

### 7.1 Alberta's Oil Sands 2004 (Publikation)

#### Alberta's Oil Sands 2004

Alberta's oil sands are abundant, accessible, and affordable sources of crude oil. With the continuing decline of conventional North American crude oil reserves, the focus is turning towards oil sands exploration, development, and production. According to the Alberta Energy and Utilities Board (AEUB), production averaged just over 1 million barrels per day (bpd) of bitumen in 2004. Of this total, marketable production included more than 600 thousand bpd sold as synthetic crude oil and distillates, and approximately 320 thousand bpd sold as bitumen. Marketable oil sands production currently represents 35 per cent of Canada's total crude output. By 2005, marketable sales of synthetic crude oil and bitumen are expected to account for 50 per cent of Canadian crude oil output and 10 percent of North America's output.

#### What are Oil Sands?

- Oil sands are crude deposits that are substantially heavier (more viscous) than other crude oils. Oil sands consist of sand, bitumen, mineral rich clays and water. Bitumen is a product of the oil sands that requires upgrading to synthetic crude oil or dilution with lighter hydrocarbons to make it transportable by pipelines and usable by refineries.

#### Oil Sands Reserves

- Alberta has huge deposits of oil sands that underlie 140,800 square kilometres (54,363 square miles) of the province. These deposits are separated into three regions: Peace River, Athabasca (Fort McMurray area), and Cold Lake (north of Lloydminster).



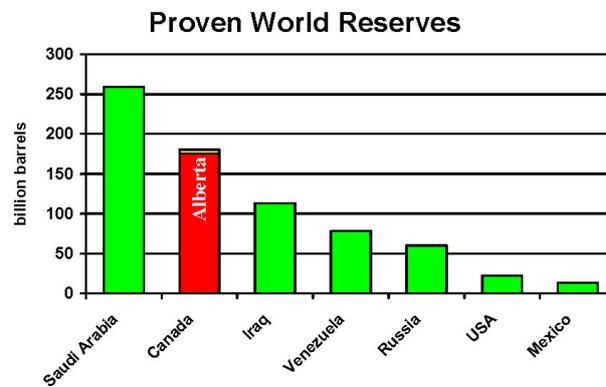
- These oil sands deposits contain approximately 1.7 trillion barrels of bitumen in-place, of which 174 billion barrels are proven reserves that can be recovered using current technology.

**Alberta's Crude Oil Reserves – December 2004**

Billion Barrels	Conventional Oil	Oil Sands
Initial Volume In-Place	62.9	1699
Remaining Established	1.6	174
Remaining Ultimate Potential	19.7	315

Source: Alberta Energy & Utilities Board

- Currently, there are approximately 2,100 oil sands (mineral rights) agreements with the Province totalling approximately 34,500 square kilometres (13,321 square miles). Close to 75 percent of possible oil sands areas are still available for exploration and leasing.
- According to the *Oil & Gas Journal* and the *US Energy Information Administration* Canada's 178 billion barrels of proven oil reserves (accounting for 15% of world reserves), ranks second largest after Saudi Arabia. The majority of these reserves, 174 billion barrels, are found in Alberta's oil sands.



#### **Oil Sands Production -- Current & Projected**

- In 2004, oil sands bitumen production averaged more than 1 million barrels per day. Of this total, more than 600 thousand bpd was sold as synthetic crude oil and distillates, while approximately 320 thousand bpd was sold as clean bitumen. Projections based on announced projects indicate production of bitumen growing to 3.6 million bpd by 2020 (CERI).

**Oil Sands Production Methods**

- There are two types of oil sands production methods: mining and in-situ.
- Mining oil sands requires an open-pit mine operation. Oil sands are moved by trucks and shovels to a cleaning facility where the material is mixed with warm water to remove the bitumen from the sand. Today, all operating oil sands mines are linked with upgraders that convert the bitumen to synthetic crude oil.
- For oil sands reservoirs too deep to support economic surface mining operations, some form of an in-situ or "in place" recovery is required to produce bitumen. In-situ oil sands production is similar to that of conventional oil production where oil is recovered through wells. The AEUB estimates that 80 percent of the total bitumen ultimately recoverable will be with in-situ techniques. In general, the heavy, viscous nature of the bitumen means that it will not flow under normal conditions. Numerous in-situ technologies have been developed that apply thermal energy to heat the bitumen and allow it to flow to the well bore. These include thermal (steam) injection through vertical or horizontal wells such as cyclic steam stimulation (CSS), pressure cyclic steam drive (PCSD) and steam assisted gravity drainage (SAGD). Other technologies are emerging such as pulse technology, vapour recovery extraction (VAPEX) and toe-to-heel air injection (THAI).
- There are reservoirs in the oil sands where primary or "cold" production is possible. The bitumen in these areas will flow to the well bore when co-produced with sand through the use of progressive cavity pumps, the same technology that is used in conventional heavy oil production. This type of production technology is commonly called cold heavy oil production with sand (CHOPS). While this bitumen is lighter than the bitumen found in mineable and other in-situ reserves, it is heavier than conventional heavy oil. A significant difference between primary bitumen and conventional heavy oil production is the amount of sand that is co-produced. Sand production in primary bitumen wells may be two to three times greater than sand production in conventional heavy oil wells.
- In general, oil sands mines are found in central Athabasca deposits (around Fort McMurray). In-situ recovery methods are used in the Cold Lake, south Athabasca and Peace River deposits.

**Government Framework**

- The oil sands mineral rights in approximately 97 percent of Alberta's 140 thousand square kilometers (54 thousand square miles) of oil sands area are owned by the provincial Crown and managed by the Alberta Department of Energy. The remaining 3 percent of the oil sands mineral rights in the province are held by the federal Crown within Indian reserves, by successors in title to the Hudson's Bay Company, by the national railway companies and by the descendants of original homesteaders through rights granted by the federal Crown before 1887. These rights are referred to as "freehold rights".
- The Departments of Environment and Sustainable Resource Development administer complementary environmental policies. The AEUB regulates oil and gas activities in the province.
- The Alberta Department of Energy is responsible for administering the legislation that governs the ownership, royalty and administration of Alberta's oil, gas, oil sands, coal, metallic and other mineral resources. The Department's main objective is to manage these non-renewable resources to ensure their efficient development for the greatest possible benefit to the province and its people.

### Oil Sands Royalty

- In 1996, Alberta announced a new generic royalty regime for oil sands based on recommendations from a joint industry/government national task force. This regime is defined in the Mines and Minerals Act and the Oil Sands Royalty Regulation 1997, as amended (OSRR 97). Royalty is calculated using a revenue-less-cost calculation.
- In early project years before capital investment and other costs are recovered, the royalty rate is lower than the rate that is applied after costs are recovered. This helps project cash flows in early years. Once costs are recovered, the Province shares in project profits. Details are provided below.
  - In the pre-payout period (before the project has recovered all of its costs), projects pay royalty tied to 1 percent of gross revenue; and
  - In the post-payout period (after the project has recovered all of its costs), projects pay royalty tied to the greater of 1 percent of gross revenue or 25 percent of net revenue.
- Since 1990, oil sands royalties have totalled over \$3.9 billion.

### Announced Investment

- Since 1996, when the generic royalty regime was introduced, more than \$30 billion (\$C) has been invested in the oil sands, while \$6 billion is predicted to be spent on construction in 2005, and approximately \$45 billion in new projects and expansions are expected by 2010.
- According to the Athabasca Regional Infrastructure Working Group (RIWG), Alberta's oil sands companies invest \$75 to \$100 million annually in research and development to improve both economic and environmental performance.

### Oil Sands Projects & Employment

- As of December 31, 2004, there were 29 companies representing 61 projects approved under the OSRR 97.
- In a recent study by the Canadian Energy Research Institute, bitumen produced could reach 3.6 million bpd by 2020. Based on this projection, 6.6 million person years of employment (direct, indirect and induced) would be created by the oil sands industry world wide from the years 2000 to 2020.
- Of the 6.6 million person years, 3.6 million person years (56%) of employment would be created in Alberta.
- According to RIWG, in 2004 over 1,300 First Nations people were directly employed by oil sands developers or as contractors, which is nearly a 60% increase since 1998.
- Oil sands (OSRR 97 projects) production in 2004 by recovery method was as follows:
 

– Mining	704,777 bpd
– Thermal (CSS, PSCD, SAGD)	252,674 bpd
– Primary (Cold, CHOPS)	<u>111,025 bpd</u>
	1,068,476 bpd
- Oil sands (OSRR 97 projects) production in 2004 by region was as follows:
 

– Athabasca	815,775 bpd
– Cold Lake	237,534 bpd
– Peace River	<u>15,167 bpd</u>
	1,068,476 bpd

### 2004 Oil Sands Projects Bitumen Production\*

Company Name	Project Name	Location	Recovery Method	Production (bpd)	Recent Company or Project Announced Target
Baytex	Reita Lake (2)	Cold Lake	Primary	4,095	
	Hilda Lake	Cold Lake	SAGD	-	
	Seal II	Peace River	Primary	6,478	Seal bitumen production to be 14,000 bpd by 2005
	Woodenhouse	Athabasca	Primary	29	
				<b>6,507</b>	
Bonavista Petroleum	5 projects	Cold Lake	Primary	<b>3,629</b>	
	16 projects (3)	Cold Lake	Primary	22,538	
Canadian Natural	Lindbergh North	Cold Lake	Primary	9,123	
	Fishing Lake	Cold Lake	Primary	4,745	
	Moose Hills	Cold Lake	Primary	7,154	
	Lindbergh Crown Agreement	Cold Lake	CSS	4,512	
	Britnell, Pelican lake	Athabasca	Primary	6,101	
	Wabasca	Athabasca	Primary	13,628	
	Primrose	Cold Lake	CSS	38,256	Primrose SCO production to be 120,000 bpd by 2009+
	Kirby Thermal Project	Athabasca	SAGD	-	
	Burnt Lake Crown Agreement	Cold Lake	SAGD	794	
	Wolf Lake Crown Agreement	Cold Lake	CSS/SAGD	2,955	
	Horizon	Athabasca	Mining/Upgrader	-	SCO production to grow from 110,000 bpd in mid 2008 to 232,000 by 2012
				<b>109,808</b>	
Canadian Oil Sands Trust	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	<b>105,782</b>	
Chevron Texaco	Athabasca Oil Sands Project (5)	Athabasca	Mining	<b>29,310</b>	
	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	25,999	
Conoco Phillips	Summont (6)	Athabasca	SAGD	188	Summont bitumen production to be 110,000 bpd by 2010
				<b>26,187</b>	
Deer Creek	Jocelyn (7)	Athabasca	SAGD	<b>38</b>	
Delphi Energy	John Lake	Cold Lake	Primary	<b>90</b>	
	Manatohan	Cold Lake	Primary	6,571	
Devon	Tulabi/John Lk, Iron R., Mann Lk, Mann	Cold Lake	Primary	5,132	
	Dover SAGD/Vapex	Athabasca	SAGD/vapex	1,427	
	Summont (6)	Athabasca	Primary	-	
	Jackfish	Athabasca	Primary	-	
				<b>13,130</b>	
Encana	Foster Creek	Athabasca	SAGD	29,463	
	Pelican Lake	Athabasca	Primary	19,097	
	Christina Lake	Athabasca	SAGD	4,557	
			<b>53,107</b>		
Husky Oil Limited	Tucker	Cold Lake	SAGD	-	Tucker bitumen production to be 30,000 bpd by 2007
	Sunrise	Athabasca	SAGD	-	Sunrise bitumen production to be 200,000 bpd
			<b>-</b>		

Company Name	Project Name	Location	Recovery Method	Production (bpd)	Recent Company or Project Announced Target
Imperial Oil	Cold Lake	Cold Lake	CSS	126,242	Cold Lake bitumen production to be 180,000 bpd by 2008
	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	71,980	Syncrude SCO production to be 500,000 bpd by 2016
	Kearl Mine	Athabasca	Mining	-	Kearl Mine production to be 100,000 bpd by 2012+ (future expansion to 300,000 bpd)
				<b>198,222</b>	
Japan Canada Oilsands	Hangstone	Athabasca	SAGD	7,109	JACOS bitumen production to be 60,000 bpd by 2012+
Koch Petroleum	North Wabasca	Athabasca	Primary	310	
Imoco	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	14,396	Syncrude SCO production to be 500,000 bpd by 2016
Murphy Oil Ltd.	Lindbergh	Cold Lake	Primary	24	
	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	14,396	Syncrude SCO production to be 500,000 bpd by 2016
	Peace River	Peace River	Primary	377	
				<b>14,797</b>	
Nexen	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	20,444	Syncrude SCO production to be 550,000 bpd by 2016
	Long Lake (8)	Athabasca	SAGD/Upgrader	623	Long Lake bitumen production to be 72,000 bpd by 2007
				<b>21,067</b>	
Opti	Long Lake (8)	Athabasca	SAGD/Upgrader	623	Long Lake bitumen production to be 72,000 bpd by 2007
Penn West Petroleum	Dawson Seal	Peace River	Primary	232	
Petro-Canada	Mackay River	Athabasca	SAGD	16,596	Mackay River bitumen production to be 27,000 bpd by 2008+
	Meadow Creek	Athabasca	SAGD	-	Meadow Creek bitumen production to be 40,000 bpd
	Syncrude (4)	Athabasca	Mining/Upgrader	34,550	Syncrude SCO production to be 550,000 bpd by 2016
				<b>51,146</b>	
Ricks Nova Scotia	Beaverdam	Cold Lake	Primary	-	
Shell Canada Limited	Peace River	Peace River	Pressure Pulse/SAGD	1,101	
	Peace River	Peace River	Pressure Pulse/SAGD	6,979	Peace River bitumen production to be 17,000 bpd by 2005
				<b>87,930</b>	
	Athabasca Oil Sands Project (5)	Athabasca	Mining/Upgrader	96,010	AOSP bitumen production to be 525,000 bpd by 2010
Suncor	Steepbank and Millennium Mines (9)	Athabasca	Mining/Upgrader	270,680	
	Firebag	Athabasca	SAGD	11,031	Suncor SCO production to be 550,000 bpd by 2010-2012
	Voyageur	Athabasca	Mining/SAGD	281,711	
Synenco	Northern Lights (10)	Athabasca	Mining/Upgrader	-	Northern Lights bitumen production to be 100,000 bpd by 2009
				<b>188</b>	Summont bitumen production to be 110,000 bpd by 2010
<b>TOTAL (TotalFinalEiF)</b>	<b>Summont (6)</b>	<b>Athabasca</b>	<b>SAGD</b>	<b>188</b>	

Company Name	Project Name	Location	Recovery Method	Production (bpd)	Recent Company or Project Announced Target
UTS Corporation	Fort Hills (11)	Athabasca	Mining/Upgrader	-	Fort Hills bitumen production to be 50,000 bpd by 2009 (future expansion to 190,000 bpd)
Viking Holdings	Lindbergh South	Cold Lake	Primary	1,672	
Western Oil Sands	Athabasca Oil Sands Project (5)	Athabasca	Mining/Upgrader	29,310	AOSP bitumen production to be 525,000 bpd by 2010
<b>OIL SANDS PRODUCTION (OIL SANDS ROYALTY PROJECTS)</b>				<b>1,066,476</b>	
<b>OIL SANDS PRODUCTION (CONVENTIONAL, EXPERIMENTAL, &amp; FREEHOLD PROJECTS)</b>				<b>24,592</b>	
<b>TOTAL OIL SANDS PRODUCTION (AEUB)</b>				<b>1,093,068</b>	

\* Sources: ADOE/AEUB

- (2) During 2004, Reita Lake was split into two projects, one owned by Baytex, the other by CNRL.
- (3) CNRL's 16 combined projects include: Selbert Lake, Fort Kent, Frog Lake, Elk Pt (2), John Lake, Ashmont, Cold Lake, Manwayne, West Manwayne, Edwards Lake, Elizabeth, Elk Point CA, Lindbergh, Beartrap, Reita Lake
- (4) Syncrude ownership on Dec 31, 2004: Canadian Oil Sands Trust (36.7%), Imperial Oil (25%), Petro Canada (12%), Conoco Phillips (9%), Nexen (7%), Mocal (5%), Murphy Oil (5%)  
Syncrude average bitumen production in 2004 = 237,920 bpd (AEUB) Average 2004 SCO production = 238,904 bpd (Syncrude web site).
- (5) Athabasca Oil Sands Project ownership on Dec 31/04: Shell Canada (60%), Chevron Texaco (20%), Western Oil Sands (20%).  
AOSP average bitumen production in 2004 = 146,550 bpd (AEUB).
- (6) Surmont ownership on Dec 31/04: TOTAL (43.5%), ConocoPhillips (43.5%), Devon (13%). On May 10/05, Devon sold its interest to TOTAL and ConocoPhillips— resulting ownership: TOTAL (50%), ConocoPhillips (50%).
- (7) As of Dec. 12/05 TOTAL increased its Deer Creek common shares from 82.4% to 100%.
- (8) Opti-Nexen Long Lake project ownership as of June 2003: Opti (50%), Nexen (50%).
- (9) Suncor average mining bitumen production in 2004 = 270,680 bpd (AEUB). Suncor average SCO production in 2004 = 226,500 bpd (Suncor web site)
- (10) As of May 31/05, SinoCanada (subsidiary of Sinopec) acquired 40% interest in the Northern Lights project
- (11) Fort Hills project ownership as of Sept 12, 2005: PetroCanada (55%), UTS (30%), Teck Cominco (15%).

## 7.2 Vom Ölsand zum synthetischen Rohöl (Fotos)



Abbildung 27: Extraktion von Kerogen

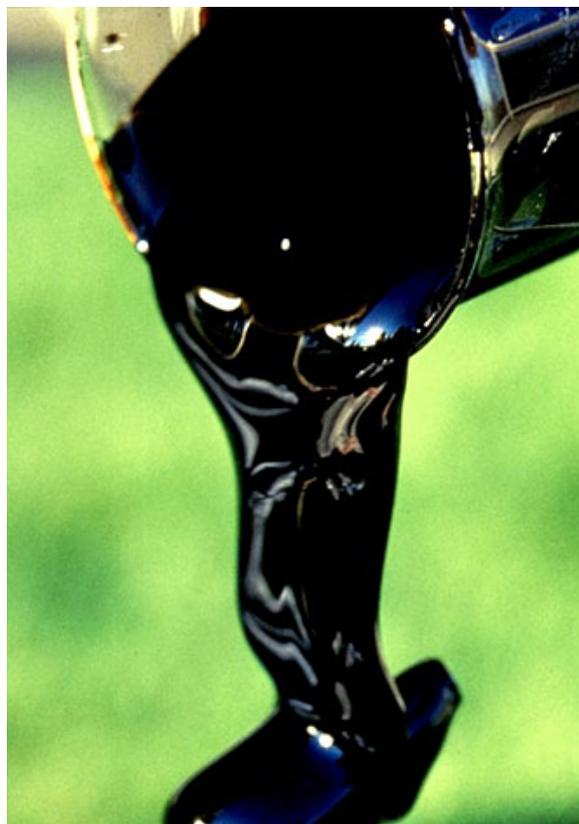


Abbildung 28: Rohes Kerogen (nach der Extraktion)



Abbildung 29: Synthetisches Rohöl nach dem „Upgraden“

### 7.3 Ölsandanlage am MacKay River (Fotos)



Abbildung 30: Gesamte Anlage



Abbildung 31: SAGD-Dampfgeneratoren



Abbildung 32: SAGD: Horizontale Sonde (Einförderung von Dampf)



Abbildung 33: Separatoren



Abbildung 34: Pipeline-System

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Alberta Chamber Of Resources: *Oil Sands Technology Roadmap. Unlocking The Potential*. 2004
- [2] Alberta Department of Energy: *Alberta Energy Overview*. 2004
- [3] Alberta Department of Energy: *Alberta's Oil Sands 2004*. 2005
- [4] Alberta Energy and Utilities Board: *Oil Reserves And Production*. Alberta Energy and Utilities Board, 2006. – ISBN 0-7382-3847-9
- [5] BIMBOES, Detlef: Das neue Ölscheichtum Kanada oder die wundersame Vermehrung der globalen Ölvorräte. In: *Solarzeitalter* (2003), Nr. 2
- [6] Canadian Association of Petroleum Producers: *Backgrounder: Oil Sands Economic Impacts Across Canada*. 2005
- [7] Canadian Association of Petroleum Producers: *Canada's Oil and Natural Gas Industry. Contributing to a Strong National Economy*. 2006
- [8] Canadian Association of Petroleum Producers: *Statistical Handbook*. Calgary : Canadian Association of Petroleum Producers, 2006. – ISBN 0-919110-00-2
- [9] ELLIOTT, Keith T. ; KOVSCEK, Anthony R.: *Computer Simulation of Singlewell Steam Assisted Gravity Drainage*. 1999
- [10] GARY, James H. ; HANDWERK, Glenn E.: *Petroleum Refining. Technology and Economics*. 4. Auflage. New York : Dekker, 2001. – ISBN 0-921719-83-3
- [11] Kanadische Botschaft in Deutschland: *Über Kanada: Natur & Ressourcen*. <http://www.dfait-maeci.gc.ca/canada-europa/germany/aboutcanada07oelsande-de.asp>, Abruf: 14.08.2006
- [12] Kanadische Botschaft in Deutschland: *Über Kanada: Wirtschaft & Industrie*. <http://www.dfait-maeci.gc.ca/canada-europa/germany/aboutcanada04-de.asp>, Abruf: 14.08.2006
- [13] KEPPNER, Gerhard: *Zündstoff Erdöl. Das Ende des Öl-Zeitalters*. Wien - München : Meyster Verlag, 1979. – ISBN 3-7057-2007-4
- [14] LENZ, Karl: *Kanada*. 2. Auflage. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. – ISBN 3-534-13841-4
- [15] MAGYAR, Roderich ; LIEBHART, Wolfgang ; JELINEK, Gabriela: *Moleküle*. Wien : öbv & hpt, 2005. – ISBN 3-215-11958-7

- [16] National Energy Board: *Canada's Oil Sands. Opportunities and Challenges to 2015*. Calgary : National Energy Board, 2004. – ISBN 0–662–36880–0
- [17] National Energy Board: *Canada's Oil Sands. Opportunities and Challenges to 2015: An Update*. Calgary : National Energy Board, 2006. – ISBN 0–662–43353–X
- [18] Statistics Canada: *Canada Yearbook 1999*. Ottawa, 1999
- [19] TD Bank Financial Group: *Canada's Oil Sands - A World-Class Resource*. 2005
- [20] TIMILSINA, Govinda R. ; LEBLANC, Nicole ; WALDEN, Thorn: *Economic Impacts of Alberta's Oil Sands*. Calgary : Canadian Energy Research Institute, 2005. – ISBN 1–896091–47–4
- [21] Wikipedia: *Kanada*. <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kanada&oldid=20717530>, Abruf: 28.08.2006
- [22] Wikipedia: *Ölsand*. <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Ölsand&oldid=20736715>, Abruf: 28.08.2006
- [23] Wikipedia: *Tar sands*. [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tar\\_sands&oldid=86689763](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tar_sands&oldid=86689763), Abruf: 10.11.2006
- [24] WOYNILLOWICZ, Dan ; SERVERSON-BAKER, Chris ; RAYNOLDS, Marlo: *Oil Sands Fever: The environmental implications of Canada's oil sands rush*. Calgary : The Pembina Institute, 2005. – ISBN 0–921719–83–3

## 9 Abbildungsverzeichnis

1	Ölpreisentwicklung 1985 - 2006 Quelle: Internet: <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Ölpreis-1985-2006.png">http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Ölpreis-1985-2006.png</a> (Abruf: 29.12.2006) . . . . .	6
2	Kanada, Politische Landkarte Quelle: LENZ, Karl: <i>Kanada. 2. Auflage. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001, S. 5</i> . . . . .	8
3	Geologie und Bodenschätze Quelle: FLOIGER, Michael, 2006 . . . . .	12
4	Wirtschaftliche Kernregionen Kanadas Quelle: LENZ, Karl: <i>Kanada. 2. Auflage. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001, S. 6</i> . . . . .	15
5	Ölsand Quelle: Internet: <a href="http://www.suncor.ca/photo.aspx">http://www.suncor.ca/photo.aspx</a> (Abruf: 27.12.2006)	25
6	Weltweite Ölreserven Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAYNOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush. Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 4</i> . . . . .	27
7	Ölsandvorkommen in Alberta (3 Kernregionen) Quelle: Alberta Energy and Utilities Board (Hrsg.). : <i>Alberta Energy and Utilities Board, 2006, S. 4</i> . . . . .	28
8	Fort McMurray Quelle: Internet: <a href="http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703">http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703</a> (Abruf: 29.12.2006) . . . . .	29
9	Tagebau Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAYNOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush. Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 12</i> . . . . .	32
10	SAGD-Prinzip (Querschnitt) Quelle: ELLIOTT Keith T.; KOVSCEK Anthony R.: <i>Computer Simulation Of Single-Well Steam Assisted Gravity Drainage. Bartlesville, 1999, S. 2</i> . . . . .	33
11	Funktionsweise der SAGD-Methode Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAYNOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush. Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 13</i> . . . . .	33
12	CSS-Prinzip Quelle: Internet: <a href="http://www.ags.gov.ab.ca">http://www.ags.gov.ab.ca</a> (Abruf: 19.11.2006) . . . . .	34

13	THAI-Prinzip	Quelle: Internet: <a href="http://www.safehaven.com">http://www.safehaven.com</a> (Abruf: 19.11.2006) . . .	35
14	Beteiligungen am Joint Venture Syncrude	Quelle: Internet: <a href="http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5626">http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5626</a> (Abruf: 6.1.2007) . . . . .	38
15	Ölsandfirmen entlang des Athabasca River	Quelle: Internet: <a href="http://www.cos-trust.com/files/asset/Leasemap2006.jpg">http://www.cos-trust.com/files/asset/Leasemap2006.jpg</a> (Abruf: 12.1.2007). . . . .	38
16	Treibhausgasemissionen bei der Produktion von synthetischem Rohöl und konventionellem Rohöl	Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAY-NOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush</i> . Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 22. .	42
17	Durch den Ölsandabbau deformierte Landschaft	Quelle: Grafik wurde von mir mit der Software Google Earth 4.0.2091 (beta) und Adobe Photoshop CS2 erstellt . . . . .	44
18	Lizenznehmer an den Wasserressourcen des Athabasca River	Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAY-NOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush</i> . Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 34 .	45
19	Benötigte Wassermengen bis 2020	Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAY-NOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush</i> . Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 35 .	46
20	Durch Tagebau zerstörte Landschaft	Quelle: Internet: <a href="http://www.oilsandswatch.org/media-room/projector.php">http://www.oilsandswatch.org/media-room/projector.php</a> (Abruf: 2.2.2007) . . . . .	47
21	Tümpel mit Abfällen aus der Produktion	Quelle: Internet: <a href="http://www.oilsandswatch.org/media-room/projector.php">http://www.oilsandswatch.org/media-room/projector.php</a> (Abruf: 2.2.2007) . . . . .	47
22	Produktion von Ölsand bis 2015	Quelle: National Energy Board (Hrsg.): <i>Canada's Oil Sands. Opportunities And Challenges To 2015: An Update</i> . Calgary, 2006, S. 13 .	48
23	Arbeitsplätze aus der Ölsandindustrie	Quelle: <i>Contributing to a Strong National Economy</i> (Hrsg.): <i>Canada's Oil and Natural Gas Industry. Contributing to a Strong National Economy</i> . Calgary, 2006, S. 2 . . . . .	49
24	Staatliche Einnahmen aus der Ölsandindustrie	Quelle: Canadian Association of Petroleum Producers (Hrsg.): <i>Background: Oil Sands Economic Impacts Across Canada</i> . 2005, S. 4 . .	50

25	Die 10 größten Erdölproduzenten Quelle: <i>Contributing to a Strong National Economy</i> (Hrsg.): <i>Canada's Oil and Natural Gas Industry. Contributing to a Strong National Economy</i> . Calgary, 2006, S. 2 . . . . .	51
26	Endprodukte, die aus Ölsand erzeugt werden Quelle: WOYNILLOWICZ, Dan; SERVERSON-BAKER Chris; RAY-NOLDS Marlo: <i>Oil Sands Fever. The Environmental Implications Of Canada's Oil Sands Rush</i> . Calgary : Pembina Institute, 2005, S. 8 . . . . .	52
27	Extraktion von Kerogen Quelle: Internet: <a href="http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703">http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703</a> (Abruf: 29.12.2006) . . . . .	61
28	Rohes Kerogen (nach der Extraktion) Quelle: Internet: <a href="http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703">http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703</a> (Abruf: 29.12.2006). . . . .	61
29	Synthetisches Rohöl nach dem „Upgraden“ Quelle: Internet: <a href="http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703">http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703</a> (Abruf: 29.12.2006) . . . . .	62
30	Gesamte Anlage Quelle: Internet: <a href="http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703">http://www.syncrude.ca/users/folder.asp?FolderID=5703</a> (Abruf: 29.12.2006) . . . . .	63
31	SAGD-Dampfgeneratoren Quelle: Internet: <a href="http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx">http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx</a> (Abruf: 30.12.2006) . . . . .	63
32	SAGD: Horizontale Sonde (Einförderung von Dampf) Quelle: Internet: <a href="http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx">http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx</a> (Abruf: 30.12.2006) . . . . .	64
33	Seperatoren Quelle: Internet: <a href="http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx">http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx</a> (Abruf: 30.12.2006) . . . . .	64
34	Pipeline-System Quelle: Internet: <a href="http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx">http://www.petro-canada.ca/en/media/273.aspx</a> (Abruf: 30.12.2006) . . . . .	65

## 10 Glossar

<b>BIP</b>	Bruttoinlandsprodukt
<b>Barrel</b>	Das Barrell (englisch: Fass) ist eine Maßeinheit des Raums. Ein Barrel entspricht 158,98 l.
<b>Cold Flow</b>	Cold Flow ist ein Verfahren zur Gewinnung von Ölsand, bei dem ohne Zusatz von Hilfsstoffen Kerogen aus der Erde gepumpt wird
<b>Cracken</b>	Verfahren zur Erdöl-Verarbeitung, bei dem langkettige Kohlenwasserstoffe in Kohlenwasserstoffe mit geringer Kettenlänge gespalten werden
<b>Crude oil</b>	Englische Bezeichnung für Rohöl
<b>CSS</b>	CSS (Cyclic Steam Simulation) ist ein Verfahren zur Gewinnung von Kerogen aus Ölsand, bei dem Dampf injiziert wird und dieser für längere Zeit im Vorkommen bleibt (Zyklisches Verfahren)
<b>GHG emissions</b>	Greenhouse gas emissions, Treibhausgasemissionen
<b>Hydrocracking</b>	Crackverfahren, bei dem Wasserstoff während dem Prozess zugeführt wird
<b>In-situ-Methode</b>	Ein Verfahren zur Gewinnung von Kerogen aus Ölsand für Lagerstätten, die durch Tagebau nicht erschlossen werden können (Für Lagerstätten ab etwa etwa 100 m Tiefe)
<b>Joint Venture</b>	Ein Joint Venture ist ein Zusammenschluss von mehreren Unternehmen, bei denen es zur Gründung einer neuen, rechtlich selbstständigen Geschäftseinheit kommt, an der alle Unternehmen mit ihrem Kapital beteiligt sind

---

<b>Ölsand</b>	Gemisch aus Sand, Schlamm, Lehm, Wasser und Kerogen
<b>SAGD</b>	SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) ist ein Verfahren zur Gewinnung von Kerogen aus Ölsand, bei dem Hochdruckdampf in die Lagerstätten eingebracht wird
<b>Sauergas</b>	Schwefelwasserstoffhaltiges Erdgas
<b>Syncrude</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Synthetic crude oil ist ein Gemisch aus Kohlenwasserstoffen, ähnlich leichtem süßlichem Rohöl. Es entsteht durch das „Upgraden“ aus Kerogen.</li><li>2. Name eines Unternehmens (Joint Venture), das sich mit dem Ölsandabbau beschäftigt</li></ol>
<b>THAI</b>	THAI (Toe to Heel Air Injection) ist ein Verfahren zur Gewinnung von Kerogen aus Ölsand. Die Besonderheit bei dieser Methode ist die unterirdische Verbrennung der schweren Komponenten des Öls mit Hilfe von eingeförderter Luft.
<b>Upgraden</b>	Ein Verfahren, bei dem Kerogen in höherwertiges Rohöl (Syncrude) umgewandelt wird.
<b>VAPEX</b>	VAPEX (Vaporized Extraction) ist ein Verfahren zur Gewinnung von Kerogen aus Ölsand, ähnlich SAGD. Statt Dampf wird aber eine Kohlenwasserstofflösung eingesetzt.
<b>WTI</b>	West Texas Intermediate ist ein leichtes, süßliches Rohöl aus den USA

## **Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der genannten Materialien angefertigt habe. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Erlaubnis zur Verwendung aller durch Copyright geschützten Produkte wurde von mir nachweislich eingeholt.

Außerdem habe ich die Reinschrift der Arbeit einer Korrektur unterzogen.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungskommission unterzogen.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Baumgarten, Februar 2007