

Inhaltsverzeichnis

1.	Warum alternative Kraftstoffe?	1
	Versorgungssicherheit, Nutzung heimischer Energieträger, Kosten, Dauer der Umstellung, Folgerungen	
2.	Mögliche Alternativen	4
3.	Warum Alkoholkraftstoffe?	7
3.1	Energiewirtschaftlichkeit	7
3.2	Kosten	8
3.3	Umwelteinfluß	9
3.4	Langfristiges Entwicklungspotential	9
3.5	Folgerungen	10
4.	Herstellung von Methanol	11
4.1	Ausgangsmaterialien	11
4.2	Synthesegasherstellung	13
4.2.1	Rohstoffe Erdgas/Erdöl	13
4.2.2	Rohstoff Schweröl	15
4.2.3	Rohstoff Kohle	16
4.2.4	Rohstoffe Torf und Holz	21
4.2.5	Rohstoff Abfälle	23
4.3	Methanolsynthese	23
4.4	Wirtschaftlichkeit	26
5.	Herstellung von Ethanol	33
5.1	Ausgangsmaterialien	33
5.2	Herstellungsverfahren	34
5.2.1	Grundlagen	34
5.2.2	Zuckerhaltige Rohstoffe	38
5.2.3	Stärkehaltige Rohstoffe	40
5.2.4	Cellulosehaltige Rohstoffe	42
	Rohstoffzusammensetzung, Holzverzuckerung, Verfahren mit konzentrierten Säuren, Verfahren mit verdünnten Säuren, Weiterentwicklungen, Enzymatische Hydrolyse	
5.2.5	Weiterentwicklungen der Gärungstechnologie	49
5.3	Wirtschaftlichkeit	51
5.3.1	Kosten	51
5.3.2	Energiebilanzen	54

6.	Eigenschaften von Alkohol-Kraftstoffen	63
6.1	Unterschiede zu heute üblichen Kraftstoffen	63
6.2	Alkohole als Kraftstoffe	65
6.2.1	Chemisch-physikalische Eigenschaften	65
	Chemische Zusammensetzung, Heizwert, Luftbedarf, Gemischiheizwert, Verdampfungswärme, Dampfdruck und Siedeverhalten, Zündgrenzen, Zündtemperatur, Flammpunkt	
6.2.2	Verbrennungseigenschaften	71
	Flammenfortpflanzungs- bzw. Zünd- und Brenngeschwindigkeit, Volumenvergrößerung, Wassergehalt im Abgas	
6.2.3	Mischbarkeit von Alkoholen mit Benzin und Dieselmischkraftstoff	73
6.2.4	Bestimmung der Octanzahlen von Alkoholkraftstoffen	74
6.3	Alkohol-Benzin-Mischkraftstoffe	75
6.3.1	Auswirkungen der Alkoholumischung	75
	Einfluß auf Siedeverhalten, Auswirkungen auf den Dampfdruck, Auswirkungen auf Heizwert und Luftzahl, Einfluß auf die Viskosität	
6.3.2	Stabilität von Mischkraftstoffen	81
6.3.3	Klopffestigkeit von Alkohol-Benzin-Mischkraftstoffen	83
	Methanol-Mischkraftstoffe, Einfluß des Grundkraftstoffs	
6.3.4	Super- bzw. Normalkraftstoff	86
6.4	(Reine) Alkoholkraftstoffe für Ottomotoren	86
6.4.1	Antiklopfmittel mit Alkohol	88
6.5	Alkoholkraftstoffe für Dieselmotoren	90
6.5.1	Cetanzahl von Alkoholen	91
6.5.2	Alkohol-Diesel-Mischkraftstoffe	92
	Bestimmung der Cetanzahl von Alkohol-Diesel-Mischkraftstoffen	
6.5.3	Dieselmischkraftstoffe aus Alkoholen und Zündwilligkeitsverbesserer	97
	Beurteilung der Cetanzahlen	
6.5.4	Umwandlung von Alkoholen	99
6.6	Alkoholderivate als Kraftstoffe bzw. Mischkomponenten	100
6.6.1	Ether	100
6.6.2	Methyl-Tertiär-Butylether	103
6.7	Großtechnisch hergestellte Kraftstoffe	105
6.7.1	Methanol-Benzin-Mischkraftstoffe	105
6.7.2	Methanolkraftstoff	108
6.7.3	Veränderung der Kraftstoffqualität in Lagertanks	109
6.8	Kraftstoffspezifikation	110
6.8.1	Methanol-Benzin-Mischkraftstoffe	110
6.8.2	Methanolkraftstoff	110
6.8.3	Ethanolkraftstoff	110
6.9	Giftigkeit von Alkoholen	113
7.	Anwendung – Einsatz von Alkoholkraftstoffen	118
7.1	Allgemeines	118
7.1.1	Alkoholkraftstoffe für die verschiedenen motorischen Arbeitssysteme	118
7.1.2	Systeme mit einem bzw. zwei Kraftstoffen	119

7.1.3	Erhöhter motorischer Wirkungsgrad bei Alkoholkraftstoffen	120
	Thermodynamik, Wirkungsgrad	
7.2	Fahrzeug-Motorkonzepte für Alkohol-Benzin-Mischkraftstoffe	122
7.2.1	Anpassungsmaßnahmen	122
	Fahrverhalten, Material, Flüchtigkeit	
7.2.2	Einfluß der Kraftstoffeigenschaften auf das Verhalten der Fahrzeuge	123
	Flüchtigkeit und Fahrverhalten, Kaltfahrverhalten, Heißfahrverhalten, Motorleistung, Kraftstoffverbrauch, Abgasemissionen, Straßenocanzahl	
7.2.3	Dichte der Viskosität	131
7.2.4	Entmischung im Fahrzeugtank	131
7.2.5	Sauberkeit im Vergaser und Ansaugsystem	131
	Ablagerungen, Vergaservereinsung	
7.2.6	Materialverträglichkeit bei Mischkraftstoffen	132
7.2.7	Betrieb von M15-Fahrzeugen mit normalem Benzin	133
7.2.8	Mischkraftstoffe für Ottomotoren mit mehr als 15% Methanolgehalt	135
7.2.9	Allgemeines zu Mischkraftstoffen	136
7.3	Ottomotoren für Alkoholkraftstoffe	136
7.3.1	Der Alkohol-Ottomotor im Vergleich zum Benzinmotor	137
	Einfluß des Alkoholkraftstoffs, Einfluß der Verdichtung	
7.3.2	Untersuchung des Verbrennungsablaufs	143
	Hochgeschwindigkeitsklopfen, Vorentflammung (Glühzündungen), Glühzündungen bei Methanol-Motoren	
7.3.3	Kaltstart von Alkohol-Motoren	157
	Flüchtigkeit, Dampfdruck, Verdampfungswärme, Kraftstoff-Luftverhältnis	
7.3.4	Konstruktive Hinweise	169
	Motor, Gemischbildung, Gemischheizung im Saugrohr, verdampfter Alkohol	
7.3.5	Definition des Motorkonzepts	174
7.3.6	Abgestimmtes Fahrzeugkonzept mit Methanolmotor	175
	Kraftstoffverbrauch, Leistung	
7.3.7	Motoren für Methanol – Ethanol	179
7.3.8	Betriebserfahrungen mit Alkoholmotoren	181
7.3.9	Zwei-Stoffbetrieb für Ottomotoren	183
7.4	Abgas-Emissionen	185
7.4.1	Gesetzlich limitierte Abgasbestandteile	185
	Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide	
7.4.2	Gesetzlich nicht limitierte Abgasbestandteile	190
	Aldehyd-Emissionen, Aldehyd-Messungen an Fahrzeugkonzepten und Motoren	
7.4.3	Einfluß des Kraftstoffs	196
7.4.4	Allgemeines zu Abgas-Emissionen	197
7.5	Sensoren für den Alkoholgehalt im Kraftstoff	198
	Lambda-Sonde im Abgassystem, Dielektrizitätskonstante, Ultraschallabsorption, Brechungsindex	

7.6	Dissoziierte Alkohole als Kraftstoffe	201
7.6.1	Grundlagen	201
7.6.2	Praktische Ausführungen von Spaltgasgeneratoren, Ergebnisse von Versuchen mit Motoren	205
7.6.3	Systemstudie für ein Konzept mit dissoziiertem und flüssigem Methanol	209
7.7	Dieselmotoren für Alkoholkraftstoffe	210
7.7.1	Grundlagenversuche über die Verwendung von Alkoholen in Dieselmotoren	211
	– Systeme mit einem Kraftstoff –	
7.7.2	Alkohol-Diesel-Mischkraftstoffe	212
	Filtrierbarkeit, Viskosität, Flüchtigkeit bzw. Siedeverhalten, Korrosionsverhalten, Versuchsergebnisse	
7.7.3	Reine Alkohole in Dieselmotoren	216
7.7.4	Dieselmotoren mit Zündhilfe durch Glühkerzen	217
7.7.5	Dieselmotoren mit zusätzlicher Funkenzündung	218
7.7.6	Ethanol mit Zündbeschleuniger in Dieselmotoren	219
7.7.7	Alkoholderivate	221
	– Systeme mit zwei Kraftstoffen –	
7.7.8	Mechanisch erzeugte Alkohol-Dieselmischkraftstoff-Mischungen	221
7.7.9	Alkohol-Dieselmotoren mit Zündstrahl	224
7.7.10	Zugabe von Alkoholkraftstoffen in das Ansaugsystem	225
7.7.11	Zwei Einspritzsysteme (Doppel-Einspritzung)	228
7.7.12	Ethanol bzw. Methanol im Dieselmotor	235
7.7.13	Schmierung, Emissionen	236
7.8	Werkstoffe – Auswirkungen auf die Materialverträglichkeit	237
7.8.1	Einfluß auf Kunststoffe	237
7.8.2	Einfluß auf Lacke	238
7.8.3	Prüfflüssigkeiten	239
7.8.4	Einfluß auf Metalle	239
	Korrosion durch Ethanolkraftstoffe	
7.8.5	Korrosionsschutz	245
7.9	Verschleiß an Motoren beim Betrieb mit Alkoholkraftstoffen	246
7.10	Alkohole in anderen Antrieben	252
7.10.1	Zweitaktmotoren, Kreiskolbenmotoren	252
7.10.2	Motoren mit Schichtladung	252
7.10.3	Gasturbine und andere Antriebe mit kontinuierlicher Verbrennung	255
7.10.4	Brennstoffzellen	255
8.	Einführungsstrategien	264
8.1	Alkoholkapazitäten	264
8.2	Mögliche Zwischenstufen	265
8.3	Übergangsprodukte	269
8.3.1	Komponenten aus Mineralöl	269
8.3.2	Komponenten aus Biomasse	270

8.4	Aktueller Einsatz von Alkoholkraftstoffen	271
8.4.1	Im Markt eingeführte Kraftstoffe	271
8.4.2	Erprobungs- bzw. Forschungsprogramme	271
	Erläuterung von fachlichen Begriffen	274
	Sachverzeichnis	277