



Nadelwald in Schweden: „Der Umstieg ist in vollem Gange“

ENERGIE

## Wälder im Tank

Als erstes Land der Welt will sich Schweden bis 2020 vom Erdöl unabhängig machen. In den lokalen Kraftwerken wird fast nur noch Holz verfeuert. Und schon bald sollen sämtliche Autos mit Alkohol angetrieben werden. Ist die Schnapsidee ein Modell für den Rest der Welt?

**W**enn Per Carstedt recht behält, dann ist die nächste Revolution in Wahrheit ein Rückschritt. „Das Industriezeitalter begann mit der Umstellung von Holz auf fossile Brennstoffe“, sagt der schwedische Unternehmer. „Nun geht es genau umgekehrt.“

Wie zur Bestätigung seiner Worte greift Carstedt in einen Eimer mit Holzspänen. Aus diesem Rohstoff will der Unternehmer das Lebenselixier der modernen Gesellschaft machen: Kraftstoff.

Doch ehe es als Benzinersatz in Autos verfeuert werden kann, muss das Holz einen chemischen Wandlungsprozess vollziehen; und der findet in den oberen Stockwerken der Anlage im nordschwedi-

schen Ornsköldsвик statt. Carstedt betritt einen großen Raum mit einem Gestrüpp aus feinen Metallrohren, Kesseln und Aluminiumtanks. Am Ende dieses Wirrwarrs sind Plomben an den Leitungen befestigt. „Staatliche Vorschriften“, sagt der 50-Jährige schmunzelnd. Denn durch die Rohre hindurch fließt ein Stoff, der in den langen dunklen Nächten Skandinaviens ein begehrtes Ablenkungsmittel ist: Alkohol. Oder chemisch genauer: Ethanol. „Niemand soll sich hier unerlaubt etwas abzapfen können“, sagt Carstedt.

Die Flüssigkeit aus der Pilotanlage der Bioethanol-Stiftung BAFF gelangt schließlich in die Tanks jener sogenannten Flexifuel-Autos, die beides verwerten können:

herkömmliches Benzin und Alkohol in fast jedem beliebigen Mischungsverhältnis.

Schon Zehntausende solcher zweifach betankbarer Autos fahren in dem skandinavischen Land umher. Sie bilden einen wichtigen Teil eines ehrgeizigen Vorhabens: Als erstes Land der Welt, so hat die Regierung beschlossen, will sich Schweden aus der Abhängigkeit vom Erdöl befreien – und zwar bis zum Jahr 2020.

Aufgeschreckt hat die Politiker der immer weiter steigende Ölpreis. Kaum ein Experte rechnet noch damit, dass er langfristig wieder fallen wird. Allein schon der Verbrauch in den Boomstaaten China und Indien treibt die Produktion an den Rand des derzeit technisch Möglichen.

Sogar George W. Bush hat die „Sucht“ Amerikas nach dem Schwarzen Gold kürzlich gegeißelt. Demonstrativ besuchte der US-Präsident ein Forschungsinstitut, das nach einer Ersatzdroge für den fossilen Sprit sucht. Er gab sich begeistert: „Wir stehen vor dem Durchbruch – wir wollen, dass die Leute mit Treibstoff fahren, der in Amerika wächst.“

Eine ganze Reihe von Verfahren wird derzeit zur Gewinnung von Biokraftstoffen ausprobiert. Die Endprodukte haben so schillernde Namen wie Sundiesel oder CropPower85. Bioethanol ist vielleicht nicht am effektivsten zu gewinnen, doch die Umstellung ist technisch am leichtesten zu bewerkstelligen.

Unter Finanzberatern rangieren Ethanolfirmen derzeit als heißer Anlagetipp. Microsoft-Gründer Bill Gates hat sich gerade in eine Firma eingekauft, die schon bald 750 Millionen Liter Fusel zum Fahren produzieren will. US-Energieexperten sprechen bereits von einer Zeitenwende – und bereisen mit Interesse jenes Land im Norden Europas, das bislang eher für seine Instant-Möbel bekannt war.

Dass Schweden heute als Vorreiter für den Einstieg ins nachhaltige Kraftstoffzeitalter gilt, ist kein Zufall. Schon nach der Ölkrise der siebziger Jahre begann man dort mit der Abkehr vom fossilen Brennstoff. Der Anteil von Erdöl an der Gesamtenergieversorgung sank in den letzten drei Jahrzehnten von 77 auf 34 Pro-

zent. Gleichzeitig stieg der Anteil der erneuerbaren Energien auf heute 24,7 Prozent, womit das Land einen Spitzenplatz in Europa einnimmt (siehe Grafik).

Zugute kommt dem skandinavischen Land seine Lage, die ihm reichlich Wald für die Gewinnung von Biomasse sowie viel Wasser für die Herstel-

## Sprit aus Bäumen

Herstellung von Bioethanol

► Säure und Enzyme spalten unter Hitze die aus dem Holz stammenden Cellulosemoleküle in Traubenzucker (Glukose) auf.



lung von Strom beschert. Aber auch frühzeitige politische Weichenstellungen haben die Abhängigkeit von den fossilen Brennstoffen insgesamt verringert. So verfügt Schweden inzwischen über einen hohen Anteil an kleinen, dezentralen, aber effektiven Kraftwerken, die das Gros der Häuser mit Wärme und viele auch mit Strom versorgen. Dort werden bevorzugt Holz und Abfälle verfeuert. In Deutschland hingegen dominieren Gas- und Ölheizungen. Der Strom stammt hierzulande aus Großkraftwerken, die zumeist Kohle verfeuern.

Nach Elektrizität und Wärme schwenken die Schweden nun auch beim Verkehr auf einen nachhaltigen Kurs ein. Eine Ölkommision soll Schweden den Weg in eine grüne Zukunft weisen. Mit dabei sind Unternehmer wie Leif Johansson, Chef des Volvo-Konzerns.

Mittlerweile nehmen Bioethanol-Autos bei Saab, Ford und Volvo einen großen Anteil am Verkauf in Schweden ein. An 450 Tankstellen wird der alternative Kraftstoff namens E85 bereits angeboten. Bis 2009 soll er überall verfügbar sein.

Und selbst jeder Fahrer eines herkömmlichen Benzinwagens tankt, ob er will oder nicht, schon fünf Prozent Ökotreibstoff: So viel Bioethanol ist auch dem

konventionellen Sprit beigemischt. „Der Umstieg ist in vollem Gange, und andere Länder werden folgen“, prophezeit Kjell Bergström, Motorenentwickler bei Saab.

Bergström sitzt hinter dem Steuer des Saab 9-5 und drückt das Gaspedal durch. Mit einem leisen, hellen Säuseln kämpft der Motor gegen die Trägheit der Masse an und siegt. Mit Kraft aus Korn werden die Insassen sanft in ihre Ledersitze gedrückt.

Hinten im Tank schwappen 85 Prozent Ethanol, die unter anderem aus der Vergärung von Weizen gewonnen wurden. Bioethanol ist etwas entzündlicher als normales Benzin, hat eine Oktanzahl von über 104. „Im Ethanolbetrieb entfaltet der Wagen deshalb 180 PS“, rechnet Bergström vor, „30 PS mehr als mit Benzin.“

Seine Marketingabteilung versetzt dieser Umstand in die glückliche Lage, gleichzeitig mit Fahrspaß und Umweltfreundlichkeit werben zu können. So ließ Saab Plakate drucken mit einem Drehzahlmesser. Dort, wo gewöhnlich der rote Bereich aufhört, prangen drei grüne Tannenbäume.

Ingenieur Bergström macht sich keine Illusionen, was vor allem hinter dem Verkaufserfolg des Biofuel-Saab steckt: Das Fahren unter Alkoholeinfluss spart Geld. Für einen Stockholmer Autofahrer, der Okosprit tankt, macht das im Durchschnitt 177 Euro pro Jahr aus. Denn wegen Steuererleichterungen kostet Bioethanol an den Zapfsäulen gut ein Drittel weniger als Benzin. In Stockholm zahlen Alkohol-Fahrer zudem keine City-Maut. Und ein Biofuel-Saab ist in der Anschaffung nur 400 Euro teurer als ein normales Auto.

„Eigentlich ist es doch egal, aus welchem Motiv die Leute das Auto kaufen“, sagt Bergström. „Hauptsache ist, dass es der Umwelt hilft.“ Für ihn als Ingenieur sei Bioethanol ideal. Zum Verbrennen sei das Gemisch besser geeignet als Benzin.

Ohnehin ist es ein Zufall der Geschichte, dass Autos nicht schon seit Anbeginn mit Ethanol betankt werden. Der Autobauer Henry Ford war in den zwanziger Jahren eigentlich für Alkohol als Kraftstoff – doch die mächtigen Rockefeller haben Erdöl durchgesetzt.

Jetzt könnte das Rad der Geschichte zurückgedreht werden. Technisch sei das kein Problem, sagt Bergström und zeigt in den Motorraum eines Öko-Saab. Der Ingenieur deutet auf die Leitungen, die sich vom Tank kommend hinter der Verblendung des Motorblocks verlieren. „Die haben eine spezielle Gummimischung“, erklärt der Saab-Konstrukteur. Ethanol sei korrosiver als Benzin; aus diesem Grund müssten der Tank, die Rohre und die Kolben mit einer Beschichtung gegen das aggressive Kohlenstoffgebräu geschützt werden. Außerdem hätten die Techniker ein paar neue Algorithmen für den Bordrechner geschrieben. Die Energiemenge in jedem Liter Ethanol ist geringer als bei Benzin, der Verbrauch höher. Dafür setzt Al-



Autoverkehr in Stockholm  
Billiger fahren unter Alkoholeinfluss

kohol beim Verbrennen weniger Schadstoffe frei.

Gegenüber anderen alternativen Kraftstoffen wie Erdgas oder Wasserstoff hat Ethanol einen entscheidenden Vorteil: Es ist flüchtig. „Wir brauchen keine großen Umbauten im Vertriebsnetz“, sagt Bergström. Gasförmigen Ersatzstoffen erteilt der Saab-Mann eine Absage: „Die Betankung ist zu kompliziert, die Umstellung des ganzen Tankstellensystems zu aufwendig.“

Die heutigen doppelt betankbaren Biofuel-Motoren sind laut Bergström nur ein Übergangsmodell. Schon bald werde es reine Bioethanol-Wagen geben. „Dann können wir wegen der hohen Oktanzahl des Ethanols die Motorleistung reduzieren und am Verbrauch sparen.“

Wichtig findet Bergström, dass in Schweden erstmals das Henne-Ei-Problem gelöst worden sei: „Früher haben die Autohersteller immer von den Benzinunternehmen einen neuen Treibstoff verlangt – und die Mineralölkonzerne haben erwidert, den produzieren wir euch erst, wenn ihr die Autos dafür konstruiert habt.“



Technikerin, Bioethanol aus Holz\*: Henne-Ei-Problem gelöst

Speziell in Schweden stehen die riesigen Nadelwaldflächen als Energielieferanten zur Verfügung. Unternehmer Carstedt will aus der von ihm geplanten Großanlage über 70 Prozent der im Holz gespeicherten Energie gewinnen. Aus je zwei Tonnen Holz könnten 500 Liter Ethanol werden. Das beim Aufspalten der Zellulose anfallende Lignin soll zudem in Kraftwerken zu Strom und Wärme werden. „Wir müssen in Kreisläufen denken, um alles aus dem Verfahren zu holen“, so Carstedt.

Abnehmer für das bräunliche Lignin-Pulver gibt es genug in seinem Land. Ein dankbarer Kunde wäre Eddie Johansson, Leiter eines Kraftwerks, das ausschließlich im Besitz der Stadt Enköping 60 Kilometer westlich von Stockholm ist.

Stolz verkündet Johansson, dass er „als erste Gemeinde im Land“ die Bürger zu 100 Prozent aus Holzresten mit Strom und Wärme versorge. „Wir haben die Anlage nur geringfügig technisch verändern müssen, damit sie statt mit Kohle mit Holzchips befeuert werden kann“, sagt er.

Der faserige Rohstoff ist sogar günstiger als fossiler Brennstoff. Strom aus Weidenholz kostet 8 Euro pro Megawattstunde, Strom aus Kohle 9,50 Euro. Und Weiden wachsen bei Johansson gleich hinter der Anlage in einer großen Plantage: „Wir sind nämlich auch Energiebauern.“

Die speziellen Weidenzüchtungen sprießen wie Büsche direkt aus dem Boden und sind eine der am schnellsten wachsenden Pflanzen. „Ideal geeignet für meinen Betrieb“, sagt Johansson. 200 Hektar hat sein Unternehmen von den örtlichen Bauern gepachtet. „Wäre ich Landwirt, hätte ich schon längst meinen Anbau umgestellt“, sagt er. Der Ingenieur wundert sich ohnehin, warum die EU mit Milliardensummen Weizen für den Export verbilligt, statt das Geld für die eigene unabhängige Energiegewinnung einzusetzen.

Durch seine Produktion entledigt sich die 38000-Einwohner-Gemeinde noch eines weiteren Problems: Klärschlamm und stickstoffreichen Wassers aus der Kläranlage. Die dienen als Dünger.

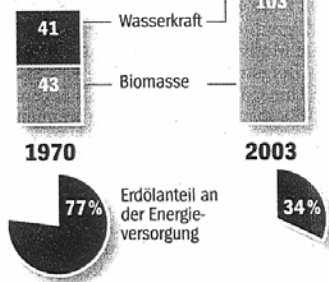
„Wir müssen weg von diesen Kathedralen-Lösungen riesiger Kohle-, Gas- und Kernkraftwerke“, brummt Johansson, der vom einfachen Anlagenbauer zum gefragten Referenten internationaler Energiekonferenzen geworden ist. „Der Schlüssel liegt in cleveren, lokalen Konzepten.“

Wenn er in Fahrt kommt, hat der stämmige Mann mit seinen breiten Schultern und den Bartstoppeln im Gesicht etwa Wikingerhaftes. Unerschrocken zieht er dann auch gegen die Energiemultis in Feld: „Mit den E-ons und den Vatten falls ist die Energiewende nicht zu schaffen.“

GERALD TRAUFFETTE

## Schwedens Energieversorgung

Erneuerbare Energien in Terawattstunden



Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung in Prozent



Quellen: Schwedische Energiebehörde; Eurostat, IEA (Stand: 2004, vorläufig)

Ob sich die Schnapsidee aus Schweden auch anderswo durchsetzen wird, hängt entscheidend davon ab, ob genügend Bioethanol hergestellt werden kann. Am effektivsten ist die Gewinnung derzeit aus Zuckerrohr, so wie es in großem Stil in Brasilien gemacht wird. Von dort importiert auch Schweden das meiste Ethanol; ein Viertel stammt bereits von eigenen Weizenfeldern. In beiden Fällen ist die Umwelt- und Energiebilanz indes noch unbefriedigend.

„Wir brauchen das Verfahren aus Cellulose“, sagt Bergström. Dafür dient etwa die Pilotanlage von Per Carstedt: Sie soll künftig praktisch alles schlucken, was wächst und gedeiht – Stroh, Baumrinden, Maispflanzen, Reste aus dem Weinbau.

Alein in den USA, so Experten, könnten jährlich 400 Milliarden Liter Ethanol produziert werden. Wald und Flur, die Öquellen der Zukunft? Die Landwirtschaft müsste umgebaut, Brachflächen und Bioabfälle müssten genutzt werden.

In Deutschland etwa ließen sich zehn Prozent des verbrauchten Benzins durch Anbau von Getreide auf gut 1,5 Millionen Hektar ersetzen – das entspräche rund 13 Prozent der gesamten Ackerfläche. Im Jahre 2020 stünden nach Einschätzung des Fachverbands Nachwachsende Rohstoffe (FNR) sogar fast 3,5 Millionen Hektar Land für die Energiegewinnung bereit. Daraus ließen sich 25 Prozent des dann benötigten Kraftstoffs herstellen. „Wir werden uns nicht allein mit Biokraftstoffen versorgen können“, sagt Birger Kerckow vom FNR, „weltweit ist das Biomasse-Potential aber enorm.“

Bis 2010, so plant es die EU, müssen 5,75 Prozent des Kraftstoffverbrauchs aus Biomasse gewonnen werden. Um dieses Ziel zu erreichen, denkt die deutsche Regierung derzeit darüber nach, Bioethanol wie in Schweden dem normalen Benzin beizumischen. Volkswagen bereitet sich auf mehr vor: Alle Pkw-Motoren sollen bald auch mit Ethanol laufen können.

\* Vor der Pilotanlage in Örnköldsvik.