

WARUM DER EINSATZ VON PFLANZENÖLEN IN DER HOCHSPANNUNGSTECHNIK ÖKOLOGISCH UND ÖKONOMISCH SINNVOLL IST

Ernst PAGGER¹, Sabine BOWERS²

Motivation

Seit den 70er Jahren ist man bemüht Isolierflüssigkeiten zu entwickeln, die umweltfreundlich sind und einen deutlich höheren Brennpunkt als Mineralöl haben. Gerade bedingt durch den niedrigen Flamm- und Brennpunkt von Mineralöl kam und kommt es immer wieder zu schweren Unfällen an Hochspannungsanlagen verbunden mit Verletzten und sogar Toten [1].

Neben der angestrebten CO₂-freien Energieerzeugung sollte auch die Energieübertragung möglichst frei von fossilen Produkten (kein Mineralöl als Isolierflüssigkeit) ein Ziel sein.

Historische Entwicklung

Von den 1930er bis in die 1970er Jahre wurden schwer entflammbare PCB-haltige Isolierflüssigkeiten eingesetzt, um die Brandlast zu minimieren. Der Einsatz dieser Flüssigkeiten in Transformatoren wurde aber weltweit verboten, nachdem ihre Toxizität für die Umwelt und die hohe Krebslast in den späten 70ern erkannt wurde.

Seit Beginn der 1980er Jahre sind synthetische Ester auf dem Markt. Diese Isolierflüssigkeiten haben einen hohen Flamm- und Brennpunkt und sind biologisch abbaubar. Ihre Herstellung ist bedingt durch den Herstellungsprozess – Synthese im Autoklaven – teuer und verleiht, nachdem die Zutaten aus dem Erdöl stammen, dem Produkt einen großen ökologischen Fußabdruck.

In den frühen 1990er Jahre brachte damals Cooper, jetzt Cargill, den ersten natürlichen Ester zur Verwendung als Isolierflüssigkeit auf dem Markt. Die Isolierflüssigkeit mit der Bezeichnung Envirotemp FR3™ wird bereits in über zwei Millionen Transformatoren bis zu einer Spannungsebene von 420kV [2] weltweit eingesetzt. In den letzten Jahren sind verstärkt Isolierflüssigkeiten auf Basis natürlicher Ester (Pflanzenöle) auf dem Markt gekommen.

Rohstoffe für die Pflanzenöle

Der Rohstoff für die Isolierflüssigkeiten auf Basis natürlicher Ester sind die Früchte und Samen diverser Pflanzen wie Palmen, Sojabohnen, Raps, Sonnenblumen etc.

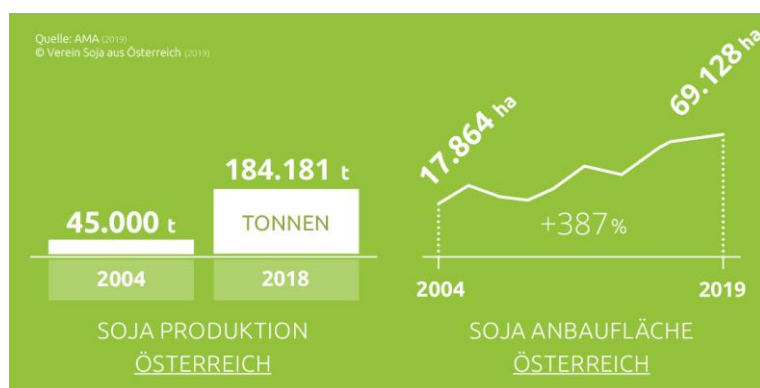


Abbildung 1: Die Entwicklung der Sojaproduktion in Österreich [3]

Das für die FR3™ Fluid Produktion verwendete Öl stammt aus der Sojabohne und ist ein Nebenprodukt bei der Sojaschrottherstellung für die Tiernahrung. Hier haben in den letzten Jahren die Mengen weltweit, aber auch in Österreich (Abbildung 1), deutlich zugenommen und große Mengen an Sojabohnenöl stehen für industrielle Zwecke zur Verfügung. Mit einem Ölgehalt von ca. 20% würden alleine die in Österreich anfallenden Mengen für die Füllung

von jährlich ca. 30000 Verteiltransformatoren ausreichen. Der überwiegende Teil des Sojaöls geht in die Biodieselproduktion. Dieser Weg ist auch nach Nutzung als Isolierflüssigkeit möglich und sinnvoll,

¹ EPP Consulting GmbH, Heiligenstädter Lände 29 2.OG, 1190 Wien, +436602367283, office@epp-consulting.at , www.epp-consulting.at

² Cargill Deutschland GmbH, Cerestarstrasse 2, 47809 Krefeld, +4915222609155, Sabine_Bowers@cargill.com, www.envirotempfluids.com

wobei das Potential, welches diese Isolierflüssigkeit in der Spannungstransformation bietet [4], genutzt werden kann.

Ökologisches Potential – im Speziellen bei Einsatz von Sojabohnenöl

- Reduzierte Brandgefahr – K Flüssigkeit mit einem Brennpunkt von >300 °C [5], [6]
- Vollständig biologisch abbaubar
- Reduzierter Flächenbedarf für die Geräteaufstellung
- Anpassung an den flexiblen Energiebedarf [7]

Ökonomisches Potential – im Speziellen bei Einsatz von Sojabohnenöl

- Reduzierte Abstände von Transformatoren zu benachbarten Geräten und Gebäuden [5], [6]
- Reduzierte Anforderungen an die Aufstellung zum Schutz gegen Leckverlusten [5]
- Höhere thermische Belastbarkeit – bessere Anpassung an die Energiewende

Istzustand und Ausblick

Die ökonomischen und ökologischen Vorteile von Sojabohnenöl in der Verwendung als Isolierflüssigkeit sind eng mit den technischen Möglichkeiten dieser Isolierflüssigkeit verbunden. In Verbindung mit TUK (thermally upgraded paper) als Feststoffisolierung kann diese Isolierflüssigkeit mit einem um 20 °C höheren Hotspot ohne Verlust an Lebenszeit der Geräte betrieben werden [8]. Dieses günstige Verhalten wird im Konzept des „Sustainable Peak Load Transformer“ von einem Transformatorhersteller genutzt [9].

Ein Beispiel aus Brasilien zeigt, dass bei der Errichtung eines Umspannwerkes Kosten von 20 % gegenüber Mineralöl eingespart werden können, wenn ein natürlicher Ester – in diesem Fall FR3™ Fluid – als Isolierflüssigkeit verwendet wird [10]. Die Kostenersparnis wurde erreicht durch:

- ✓ Wegfall von 6 Feuerschutzwänden
- ✓ Wegfall von 7 Ölauffangwannen
- ✓ Reduzierung der benötigten Bodenfläche um 2.500 m²

Das Beispiel zeigt deutlich, welchen wertvollen Beitrag pflanzliche Isolierstoffe, neben den außer Streit vorhandenen klimarelevanten positiven Eigenschaften, bei Einsatz im urbanen Bereich bieten.

Referenzen

- [1] Pagger E., Thelen M.: Reduzierung der Umweltgefährdung durch den Einsatz natürlicher Ester; Oberlausitzer Energie-Symposium 2017; Zittau
- [2] Envirotemp™ FR3™ Fluid; Guide for Storage, Installation, Commissioning and Maintenance of FR3 Fluid Filled Transformers; G2300; April 2017
- [3] <https://soja-aus-oesterreich.at/nachhaltigkeit/>
- [4] Pagger E., Bowers S.: Die Verwendung von Sojabohnenöl in der Hochspannungstechnik; 10. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien; 2017
- [5] ÖVE/ÖNORM E 8383, Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1kV; Ausgabe 2000-03-01
- [6] ÖV E/ÖNORM EN 61936-1, Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1kV; 2015
- [7] Thelen M.: Alternative Isolierflüssigkeiten – Natürliche Ester für einen flexiblen Energiebedarf; Life Needs Power, Hannover; 2018
- [8] IEC 60076-14, Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials; 2013
- [9] Sustainable Peak Load Distribution Transformers; Westrafo; Chiampo; 2017
- [10] Da Silva R., Coelho A.: Recognition of the benefits by the use of Transformers and Reactors immersed in insulating fluid with high fire point (K Class): the case of Fire Department of Sao Paulo state Brazil; CIGRE Canada Conference, Montreal, Quebec; 2019