Die Funktion von Wasserstoff im Energiesystem der Zukunft

Peter Majer
Leiter Unternehmensentwicklung & Innovationen
Stadtwerk am See GmbH & Co. KG

12. Juli 2023, im Rahmen einer Vortragsreihe durch die
MIT Mittelstands- und Wirtschaftsunion Bodensee

Herr Peter Majer (Leiter Unternehmensentwicklung & Innovationen, Stadtwerk am See GmbH & Co. KG in Friedrichshafen) hält den dritten Vortrag zur Reihe Energie und Klimaneutralität. Vor ihm hatten Herr Stäbler (Leiter Regionalzentren Heuberg-Bodensee und Oberschwaben der Netze-BW) zum Thema „Herausforderungen auf dem Weg zum klimaneutralen Energiesystem“ und Herr Dr. Stryi-Hipp (Head of Group »Smart Cities« at Fraunhofer ISE Freiburg) zum Thema „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem“ ihre Referate gehalten (beide Vorträge können unter https://www.mit-bodenseekreis.de/Veranstaltungen/Download-Berichte/ heruntergeladen werden – Energievortrag 1 und Energievortrag 2).

Inhaltlich bauen alle Vorträge aufeinander auf: vom Überblick über unsere zukünftige Energie in der BRD (Stryi-Hipp) über das gleiche Szenario für die Region Heuberg-Bodensee/Oberschwaben (Stäbler) hin zum Bereich Bodensee. Mit dem Vortragstitel „Die Funktion von Wasserstoff im Energiesystem der Zukunft“ weist Peter Majer jedoch zusätzlich auf die Technologieoffenheit hin, die er für notwendig erachtet.

Zunächst geht Majer auf die grundlegenden Unterschiede im stofflichen Wesen der verschiedenen Energieträger ein (Bild 1).

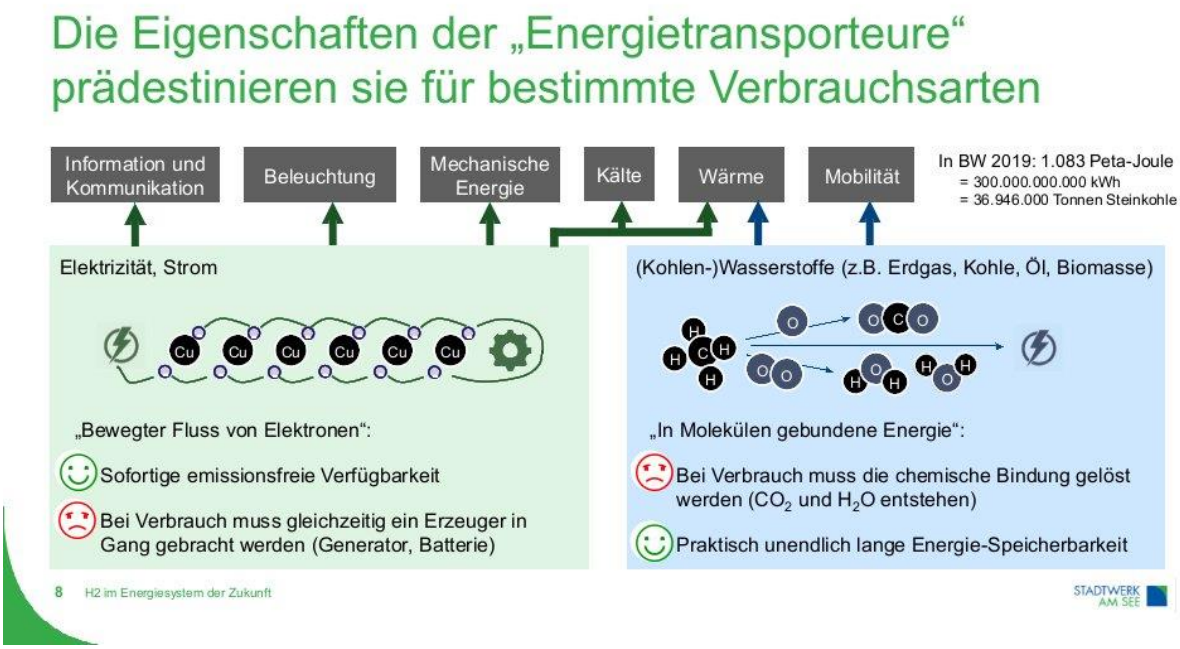

Bild 1 Unterschiede der Energieformen und deren Nutzung

Fossile Energieformen (Öl und Gas) lassen sich nahezu beliebig lang speichern, müssen aber zur Energienutzung verbrannt werden. Außer für die Umsetzung in Wärme braucht es immer Maschinen, um die Energie in nutzbare Arbeit zu verwandeln.

Strom, eine „edle“ Energieart, muss gleichzeitig erzeugt und verbraucht werden. Eine direkte Speicherung ist nur kurzfristig über Batterien möglich, indirekt nur durch Wandlung in andere Formen (in Wärme, Gas, Speicherseen).

Die Lagerfähigkeit der fossilen Energie, damit ihre abrufbare Verfügbarkeit ohne Leitungsgebundenheit, und ihre hohe Energiedichte prädestiniert sie für den Einsatz im Bereich Wärme (Gebäude, Prozesse in der Industrie) und im Verkehr.

Elektrische Energie ist immer an die Vernetzung zwischen Erzeuger und Verbraucher gebunden. Damit sind immer Stromleitungen notwendig. Sind Erzeuger und Verbraucher weiter voneinander entfernt, braucht es ein verzweigtes und verwaltetes Energienetz zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage. Da immer mehr Energietransport immer dickere Leitungen nach sich zieht, wird elektrische Energie vorwiegend für weniger energieintensive Anwendungen genutzt, somit für Information, Kommunikation, Beleuchtung und mechanische Energie, durch Nutzung von Wärmepumpen in begrenztem Umfang auch für Kälte und Wärme (Kühlsysteme, Wärmepumpen zur Heizung).

Damit Klimaneutralität erreicht werden kann, gilt es, die fossilen Energien möglichst vollständig durch erneuerbare zu ersetzen. Wie Bild 2 zeigt, werden diese vor allem bei der Gebäudeheizung (Niedertemperatur stofflich), dem Verkehr und in der Industrie eingesetzt (Mengen bezogen auf Baden-Württemberg).

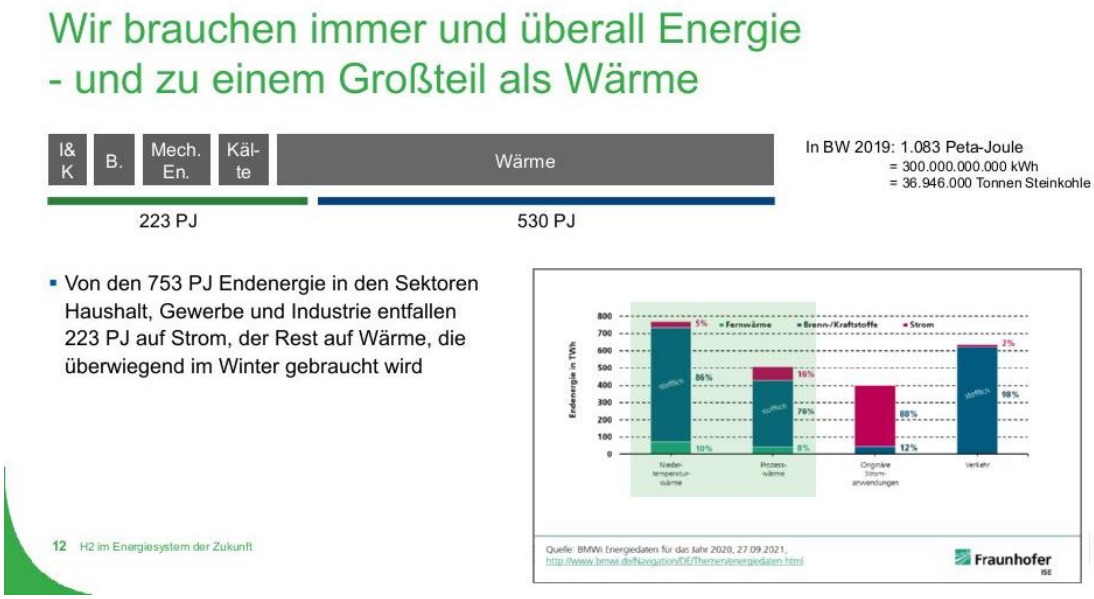

Bild 2 Einsatz und Menge der Energieformen (Summen unter grauem Balken beziehen sich auf Baden-Württemberg)

Mit dem Abschalten der Kernenergie gehen (siehe Bild 3) 122 PetaJoule (abgekürzt PJ; diese Menge entspricht ca. 34 TWh) an Strommenge verloren, die anderweitig ersetzt werden müssen. Baden-Württemberg deckt dies zur Zeit durch fossil- und nukleargestütze Stromimporte aus dem Ausland ab. Und nicht nur diese, sondern weitere 61 PJ, die uns im Ländle beim Strom fehlen.

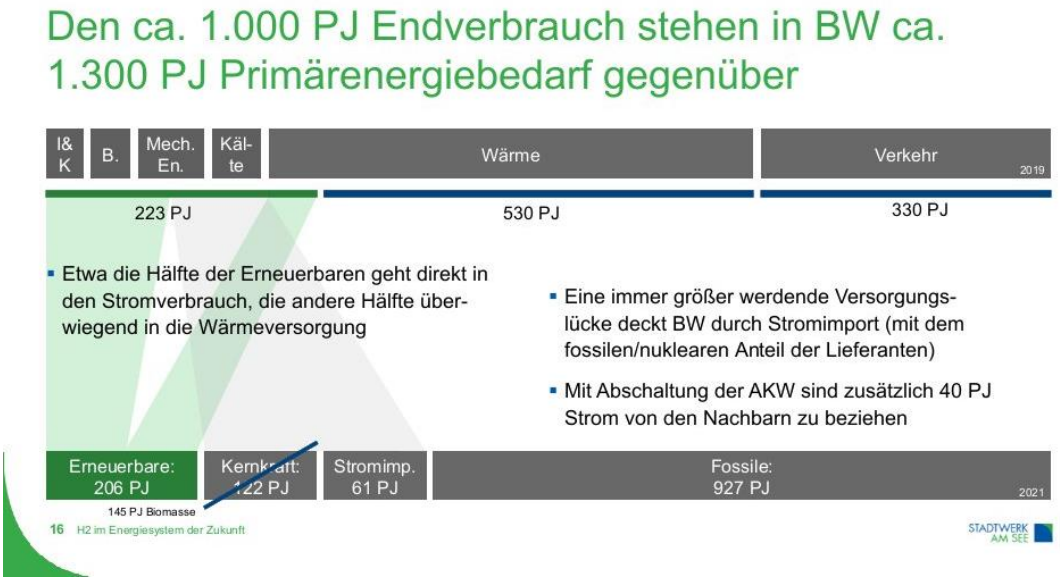

Bild 3 Energieformen, Mengen und Deckung derselben in BaWü

Primärenergie ist aber nicht gleich Endenergie. Der Unterschied zwischen beiden ergibt sich aus dem Wirkungsgrad. Ein Kohlekraftwerk z.B. hat einen Wirkungsgrad von 30 – 40%. Bei 100% Primärenergie erhält man also lediglich 30 – 40% Endenergie. Dies ist ähnlich für alle fossil betriebenen Maschinen und auch für die Wärmenutzung. Ersetzt man fossile Kraftwerke oder Verbrennermotoren durch alternative Energieerzeugung bzw. durch Batterien, liegt der Wirkungsgrad bei ca. 90%, es gehen also nur 10% verloren.

Heute sind die Zahlen für Baden-Württemberg: Primärenergiebedarf ca. 1.300 PJ (1 PJ = 0,2778 TeraWattStunden, Akz. TWh, hier 360 TWh) gegenüber 1.000 PJ (278 TWH) Endenergiebedarf unter Einbeziehung aller Energieformen. Durch enormen Ausbau (siehe „Energievortrag 2“ von Herrn Stäbler) der Erneuerbaren und weitgehende Ausstattung der Gebäudeheizung sowie Ersatz von Verbrennerfahrzeugen durch Elektroautos lässt sich die notwendige Primärenergie zwar um einiges verringern.

Dennoch lassen die Hochrechnung von Transnet BW (siehe Bild 4) für 2050 lässt nichts Gutes erwarten.

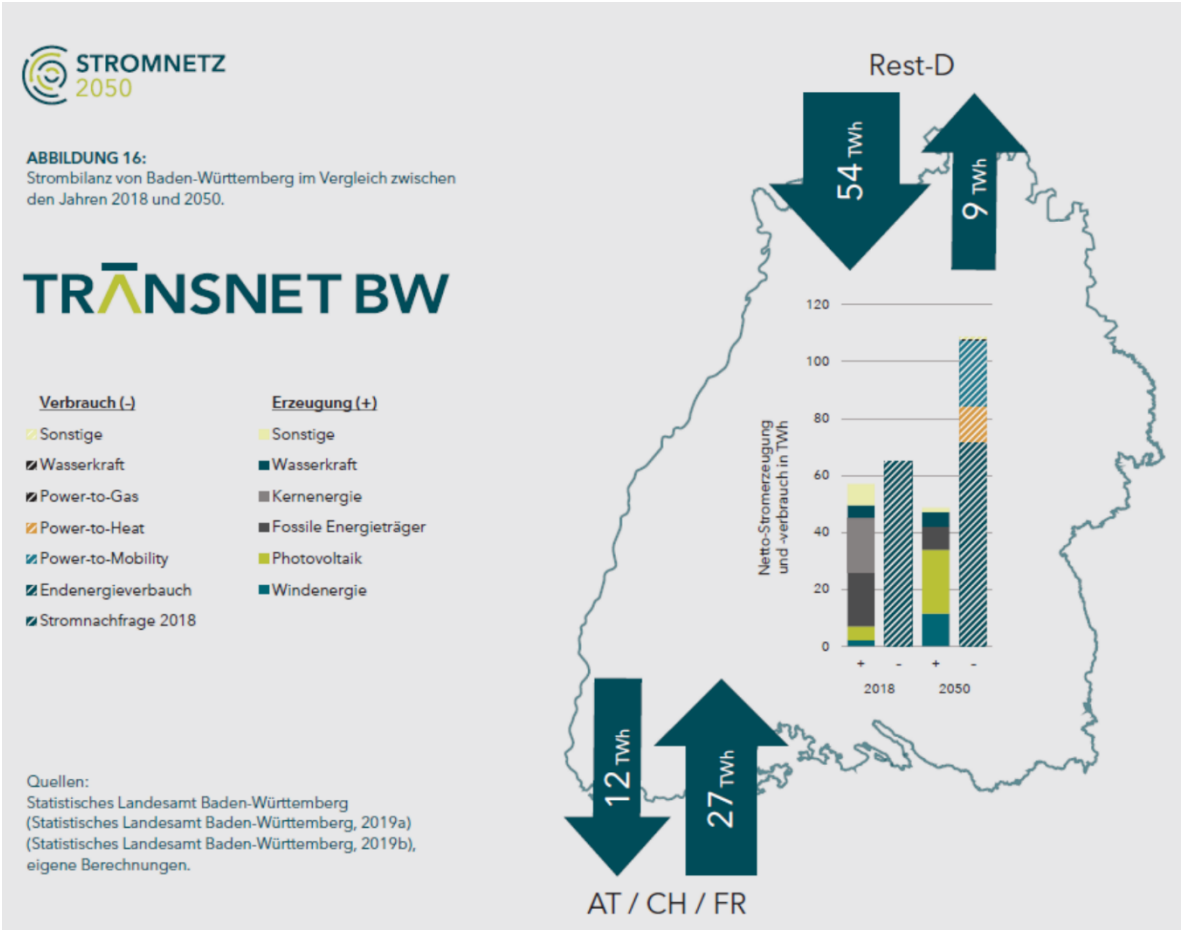

Bild 4 Stromfluss in und aus BaWü für 2050 unter Annahme der Weiterentwicklung alternativer Energien

In 2050 wären wir so statt auf 17 TWh Stromimport heute (61 PJ – siehe Folie 3) auf einen Nettozufluss von 60 TWh angewiesen (alle Pfeile in Bild 4 gemäß ihrer Richtung addiert).

Dies bringt zwei grundsätzliche Probleme mit sich (siehe Bild 5):

1. Unsere Nachbarn rechnen selber mit erhöhtem Strombedarf, haben somit dasselbe Problem
2. Die Stromleitungen (sowohl die großen Überlandleitungen als auch die Verteilernetze und selbst die Netze in großen Häusern) sind dafür noch nicht ausgelegt, unsere Reservekraftwerke für z.B. längere Dunkelflauten müssen auf Gas umgestellt werden.

Bild 5 Investitionen in Strommetze und Reservekraftwerke

Damit der Strom auch fließen kann, sind erhebliche Investitionen in die Stromnetze nötig. Die Hochrechnungen zeigen, dass die HGÜ (Hochspannungsgleichstromübertragungsleitungen) und übrigen Verteilnetze in den nächsten Jahren verdreifacht werden müssen (Bild 6). Viel Zeit bis 2028 bleibt da nicht mehr.

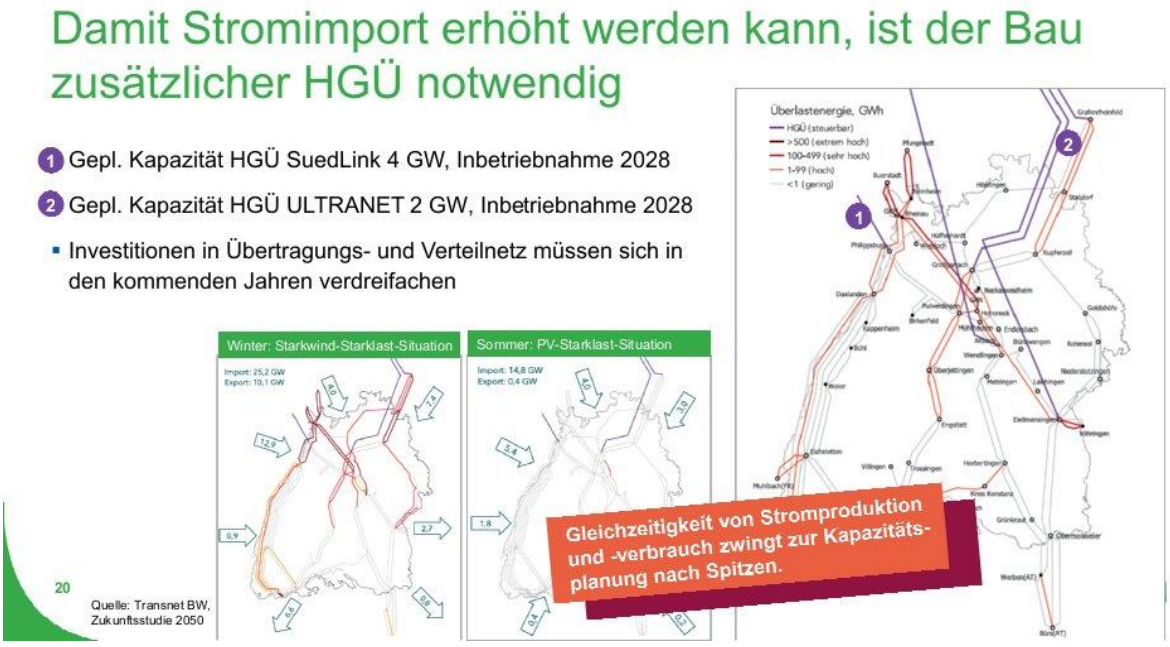

Bild 6 Bis 2028 geplante Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen

In der Bundesrepublik haben wir ein eigentlich gut ausgebautes Gasnetz, leider nicht so in Baden-Württemberg. Trotzdem, wenn genügend Wasserstoff zur Verfügung steht, kann dieses Netz angepasst und genutzt werden. Dabei verringert ein solches Vorgehen die Ausbaumenge an Übertragungsleitungen. Bild 7 und 8 zeigen die Vorteile.

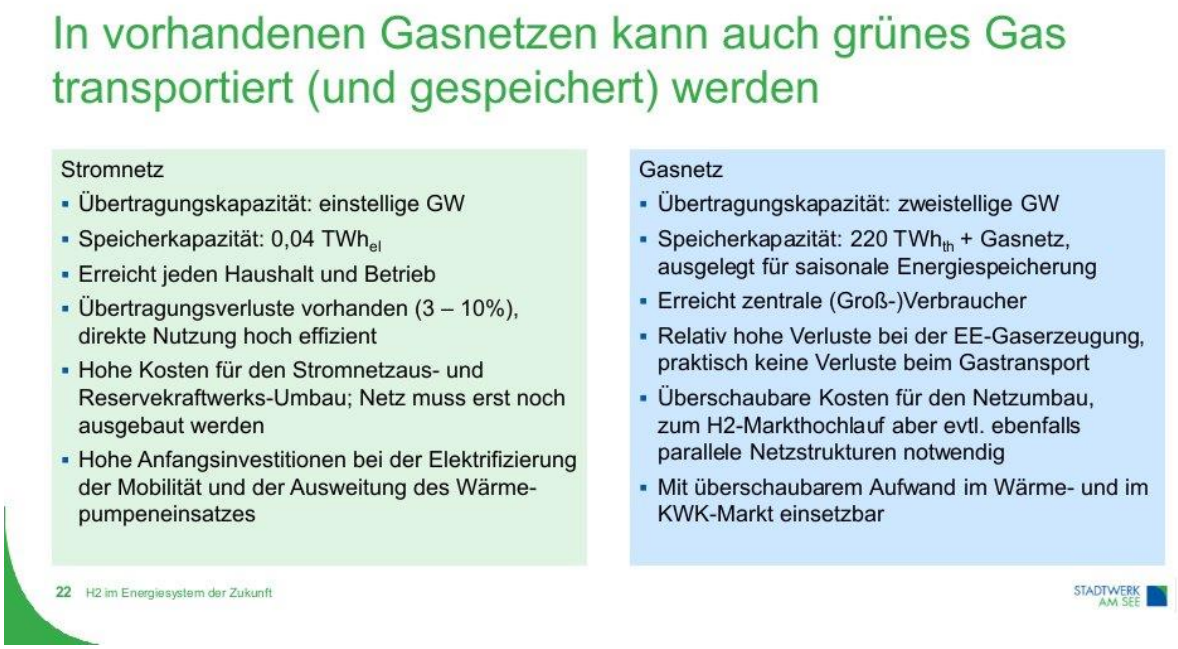

Bild 7 Vorteile bei der Nutzung der Gasnetze

Bild 8 Wasserstoff (H2)-Speicherung verringert den Stromtransport und nutzt saisonale Stärken alternativer Energien

Da bereits heute sicher ist (siehe Vorträge Stryi-Hipp und Stäbler), dass die Bundesrepublik energetisch nicht autark sein wird und Hochrechnungen zufolge ca. 1000 TWh grünen Wasserstoffs einführen muss, böte die Nutzung der Gasnetze zusätzlich den Vorteil, dass damit Gas- und Blockheizkraftwerke versorgt werden könnten.

Zwar ist ein Umstellungsaufwand bei den Gasleitungen (Austausch von Mengen- und Gasbeschaffenheitsmesssystemen, Anpassen von Gebläse und Druckminderern) nötig, jedoch der Hauptanteil einer bestehenden Infrastruktur könnte genutzt werden.

Allerdings geht dies nicht allmählich sondern nur in festen Schritten, weil z.B. Gasbrenner auf die spezifischen Eigenschaften hin konstruiert sein müssen (Bild 8).

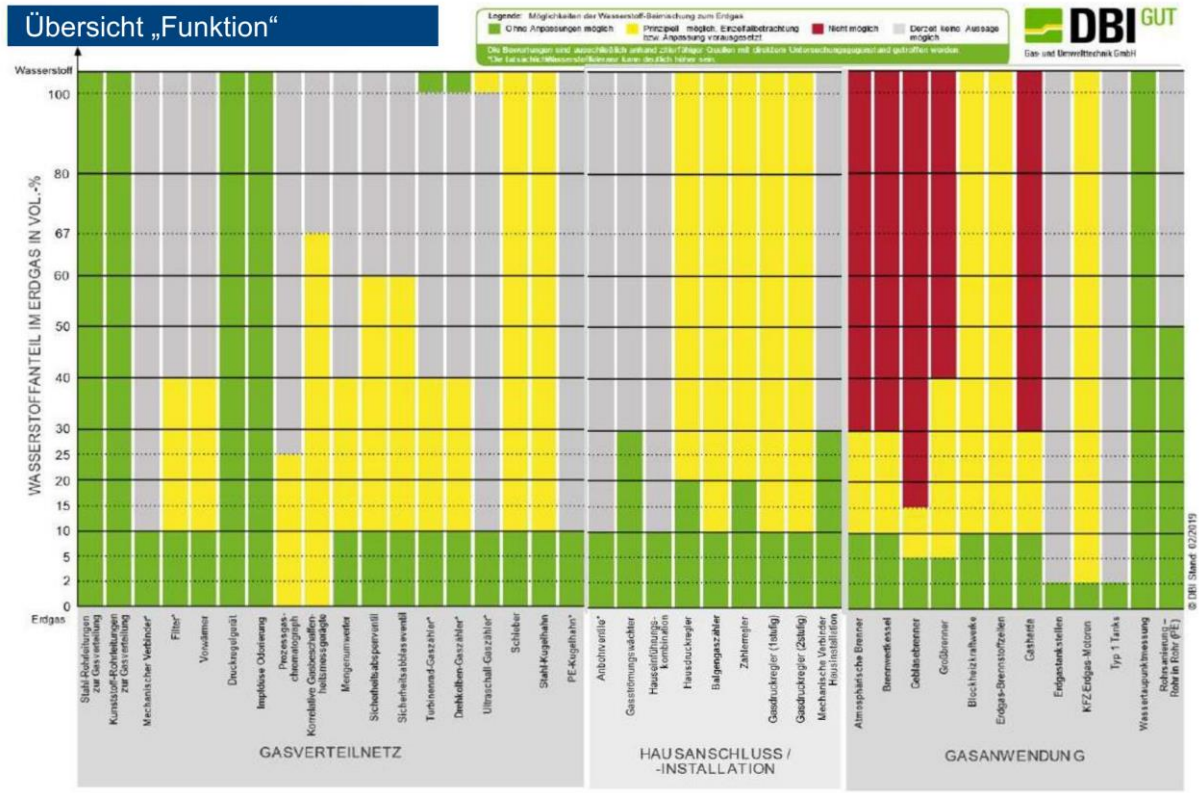

Bild 9 Eignung oder Umbau für die H2-Nutzung

Unter Nutzung des bestmöglichen Ausbaus alternativer Energien sieht Peter Majer für die Region Baden-Württemberg zwei Hauptrichtung:

- Die erste – Lösung 1 (siehe Bild 10) mit einem möglichst hohen Anteil an ausgebauten Stromnetzen und einem weitestgehenden Einsatz von Wärmepumpen
- Die zweite – Lösung 2 (Bild 11) durch wesentliche Nutzung importierter Energie in Form grünen Wasserstoffs.

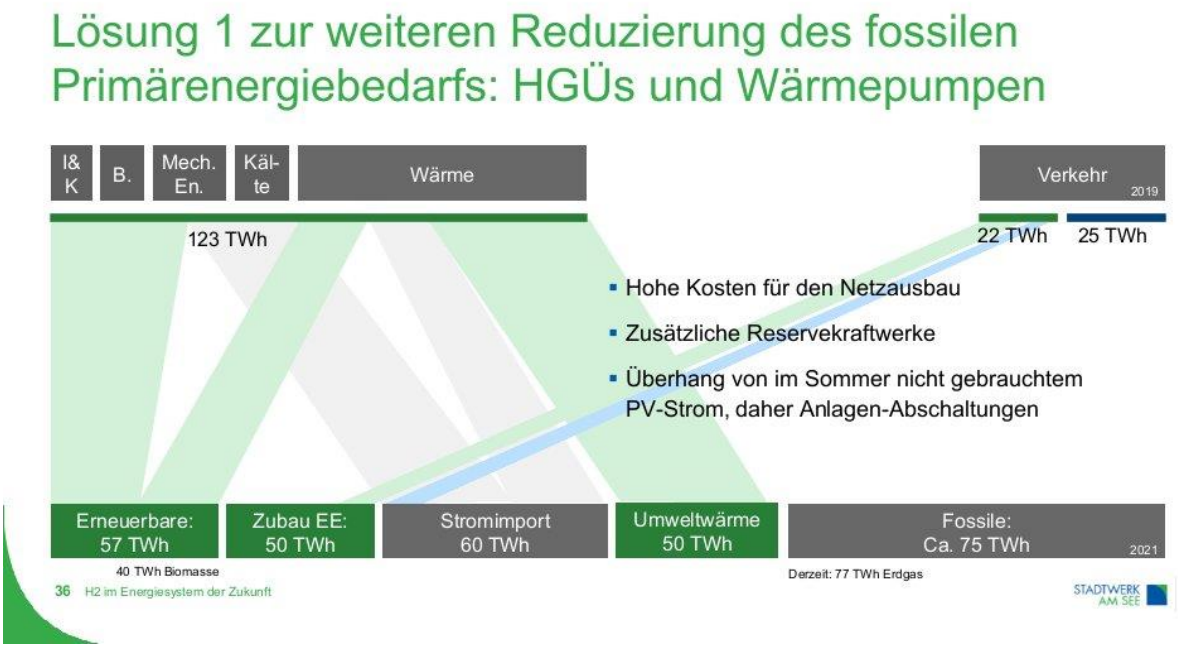

Bild 10 Möglicher Energiemix bei sehr hohem Ausbau von HGÜ und Wärmepumpen

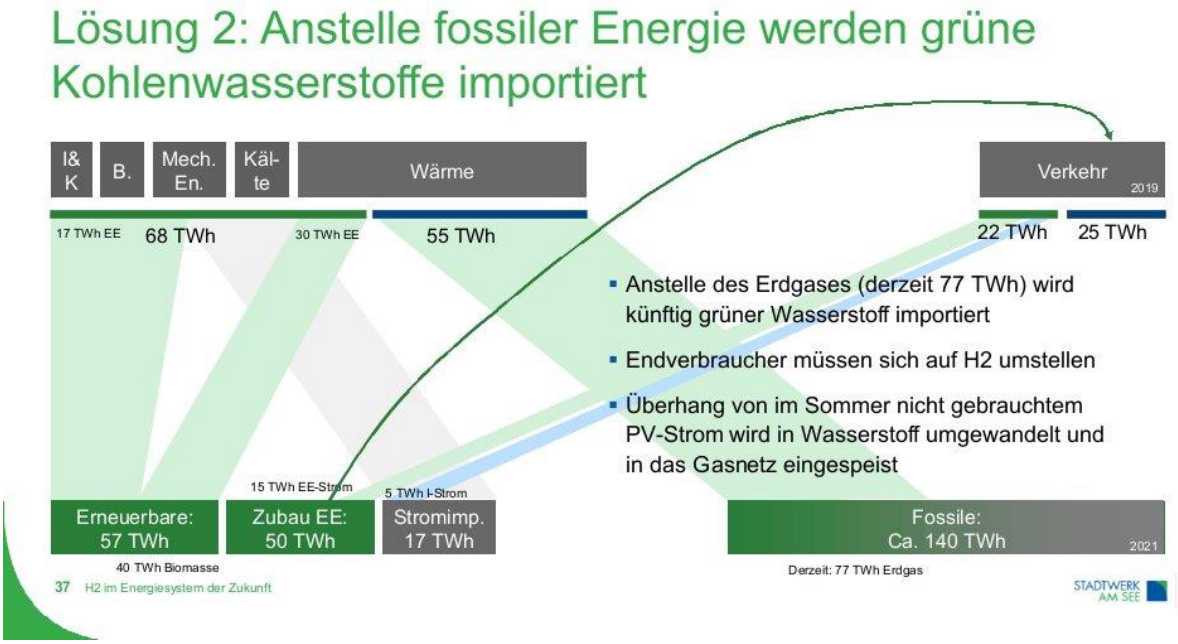

Bild 11 Möglicher Energiemix, wenn man sich auf den Import grünen Wasserstoffs verlässt

Da vermutlich weder Lösung 1 noch Lösung 2 in reiner Form zum Zug kommt, sollte man in Baden-Württemberg auf jeden Fall auch die Gasnetze ausbauen, so dass 2040 eine Versorgung der Region sichergestellt ist (Bild 12). Hierzu siehe auch den Beitrag „Die richtige Zeit zum Handeln? Jetzt“ von Christoph Diehn im Wirtschaftsforum Nr. 4, Mai 2023.

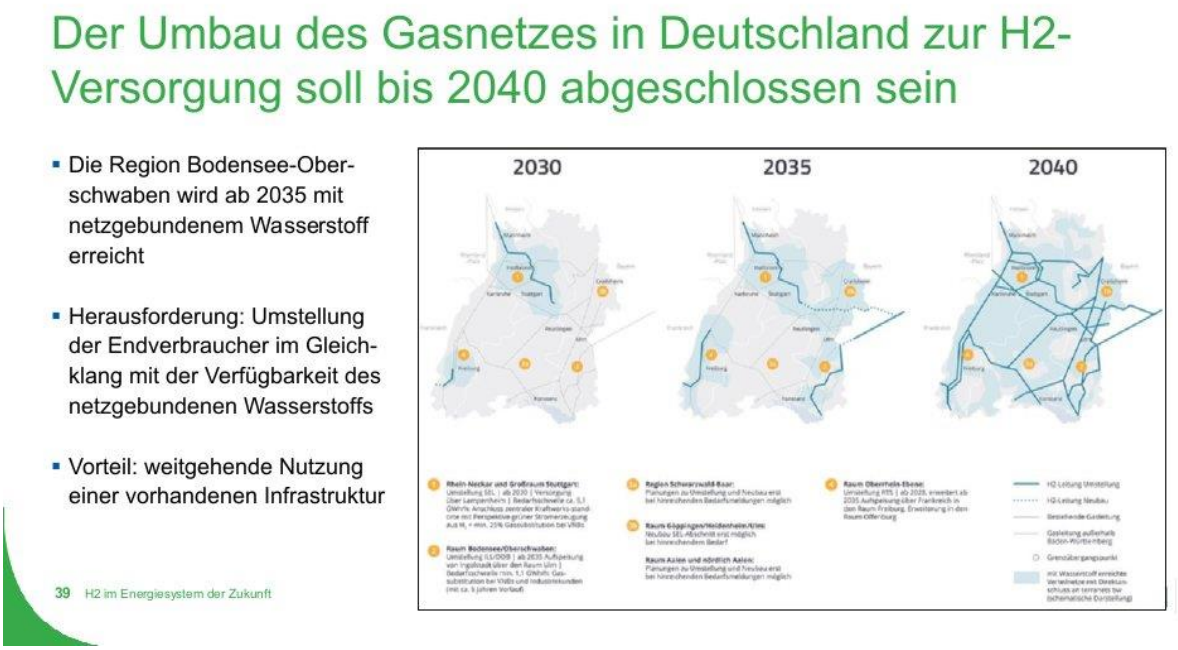

Bild 12 Schrittweiser Umbau des Gasnetzes in BaWü bis 2040

Die Zuhörer bedanken sich bei Peter Majer mit großem Applaus für den schwungvollen und informativen Vortrag. Etliche Fragen kommen auf, die Peter Majer souverän beantwortet.

Bild 13 v.l.n.r.: S. Blust (MIT Bodensee), P. Majer, M. Reiser (MIT Sigmaringen), Dr. H. Kräwinkel, A. Rieger (MIT Bez.Vs.)

Mit diesem letzten Vortrag in Sachen Energie schließen wir, die MIT Bodensee, eine „Bestandaufnahme“ von Experten für die Zukunft ab. Wir danken Herrn Peter Majer und seinen beiden Vortragskollegen Dr. Gerhard Stryi-Hipp und Thomas Stäbler für die tiefschürfenden Analysen und die Blicke in die Zukunft. Unser Arbeitskreis hat nun genug Material, um sich damit auseinanderzusetzen, eigene Klarheit zu schaffen und je nach Resultat den Politikern Lösungen vorzuschlagen.

MIT Bodensee

Dr. Hartmut Kräwinkel