



The
Federal Government



NATIONALE
WASSERSTOFF-
STRATEGIE
Schlüsselement
der Energiewende

国家氢能战略

bmwi.de

出版信息

出版人

德国联邦经济和能源部公共宣传处
11019 Berlin (柏林)
www.bmwi.de

版本日期

2020六月

图片来源

iStock / smirkdingo / 封面

排版和制作

PRpetuum GmbH, 80801 München (慕尼黑)

您可通过以下方式获取本手册及其他宣传册：

德国联邦经济和能源部公共宣传处
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

订阅服务中心：

电话：+49 30 182722721
传真：+49 30 18102722721

本宣传册是德国经济与能源部公共宣传的一部分。免费发放，不得出售。禁止在选举活动及各党派展台上发放本手册。禁止在本宣传册中夹插、印刷或粘贴任何信息或广告。

目录

I. 氢能战略：发掘潜力，把握机会	2
II. 国家氢能战略：目标和志向	4
承担全球责任	4
增强氢能竞争力	4
在德国开发氢能技术的“本土市场”，拓宽进口渠道	4
将氢能确立为替代能源	5
使氢能可持续地成为工业的原材料	5
继续开发运输和配送基础设施	5
促进科学研究，培养专业人员	6
转型过程的塑造和伴随	6
加强德国经济实力，保障德国企业在全世界市场上的机遇	6
建立氢能国际市场和合作	6
抓住全球合作的契机	7
继续扩建氢能制取、运输、储存和应用的高质量基础设施，保 证其安全和建立信任	7
不断改善框架条件，促进当前的发展	7
III. 氢能：现状、行动领域和未来市场	8
氢及其衍生产品的现状和预期的发展	8
氢能作为欧洲共同项目	9
国际贸易	10
国内外的运输和配送基础设施	10
研究、教育和创新	11
IV. 国家氢能战略的监管	12
联邦和各州的协同效应	13
V. 行动计划：国家氢能战略取得成功的必要步骤	14
氢气的制取	14
应用领域	15
VI. 术语表	25

1. 氢能战略：发掘潜力，把握机会

清洁、安全和经济的能源供应对于我们的生活至关重要。通过我们在可再生能源扩建方面及在能源效率领域的努力和取得的成功，能源转型为此奠定了基础。而联邦内阁决议通过的2030年气候保护计划，为联邦政府实现2030年气候目标创造了前提条件。为了将全球变暖明显限制在2度以下，并尽可能限制在1.5度，联邦政府长期追求与《巴黎协定》一致的气候中和目标。另外，德国与欧盟其他成员国一道公布了2050年温室中和目标。这意味着，在做出退出煤电决议之后，也必须尽可能地避免减排难度大的排放，例如工业生产过程中的温室气体。

成功实现能源转型意味着，要将供应安全性、经济性和环保性与创新型和智能型气候保护结合起来。为此，我们需要为目前仍在使用的化石能源找到替代品。这一点也特别适用于气态和液态能源，从长远的角度来看，这类能源对于德国这样的工业国家来说仍将是能源系统的一个重要组成部分。在这方面，氢能¹对能源转型的继续发展和圆满完成将起到核心作用：

- 氢能是一种应用范围广泛的**能源**形式。例如应用在燃料电池中，能促进氢基交通的发展，并且在未来用作合成动力燃料和燃料的基础。
- 氢是一种**能量储存器**，它可以根据供给需求灵活地储存可再生能源，并起到平衡供求关系的作用。这使氢能成为了能源转型的一个重要基石。

- 氢能是**行业耦合**的一个重要因素。在无法直接使用可再生能源电能的领域中，“绿氢”及其衍生产品（PtX系统）开启了脱碳化新途径。
- 在当今许多化学和工业工艺过程中，氢已经不可或缺。例如在氨气生产中就需要它作为**原料**。在未来，应替代现今已在使用的化石燃料制取的氢。此外，将氢作为原料使用，可在其他按照目前的技术水平尚不能采用脱碳技术的生产过程中实现脱碳化。这样对于温室气体平衡的生产，例如对初级钢材的生产来说，使用氢能替代硬煤焦炭是目前技术上最具前途的途径。
- **工业中的某些二氧化碳源**，例如水泥工业生产工艺过程中的排放，长期来看只能以氢脱碳。将捕集到的工业二氧化碳排放利用氢转化成有用的化学品（CCU），从而为原料工业开拓出新的价值创造链。

为了能够将氢变成我们脱碳化战略的一个核心组成部分，必须着眼于整个价值创造链，它涵盖了从技术、制取、储存、基础设施和应用，以及物流和高质量基础设施等各个重要方面。

为了实现温室气体平衡的目标，承担起实现《巴黎协定》目标的国际责任，德国必须创造条件，确立氢为脱碳化选项之一的地位。对此，联邦政府认为，只有在可再生能源基础上制取的氢（“绿氢”）才是长期可持续

¹ 联邦政府认为，只有在可再生能源基础上制取的氢（“绿氢”）才是长期可持续的。

的。因此，联邦政府的目标是利用“绿氢”，支持“绿氢”顺利的市场推广，以及建立相应的价值创造链。同时联邦政府也认为，在未来的十年内将会形成一个全球和欧洲氢能市场。在该市场上也将交易碳中和氢（例如“蓝氢”或“青氢”）。由于德国与欧洲能源供应基础设施有着密不可分的联系，因此碳中和氢在德国也扮演着重要的角色，如果有供应，德国会作为过渡加以利用。

同时，在工业政策方面氢能也提供不断增长的潜力和机会，消除新冠疫情带来的冲击，支持德国和欧洲的经济的发展。因此，国家氢能战略（NWS）的目标也包括利用与此相关的国民经济意义上的机遇。

联邦政府很早就已经认识到了氢能技术的发展前途，因此例如在国家创新计划氢能和燃料电池技术（NIP）的框架下，从2006年至2016年批准了约7亿欧元的扶持资金，在2016年至2026年期间扶持资金量将高达14亿欧元。此外，联邦政府从能源研究计划资金中拨款构建了一个绝佳的研究环境，与此同时，在能源和气候基金框架下，从2020年至2023年投资3亿1千万欧元来继续扩大对“绿氢”的应用型基础研究，并计划从2020年至2023年投资2亿欧元加强氢能技术的应用型能源研究。另外，“能源转型仿真实验室”也将加速氢能技术和创新从研究到实际应用的转化，并预计在2020年至2023年期间对其投入6亿欧元的资金。在国家脱碳化计划的框架下，主要促进对工业技术和大型技术设备的投资，将氢能用于生产工艺的脱碳化。为此目的，从2020年至2023年将有10亿资金可供使用。其他促进

氢能在工业生产中的应用，以及在原材料工业中减少和利用二氧化碳的计划都以支持对氢能技术的工业投资为目的。此外，联合执政委员会2020年6月3日的未来一揽子计划规定，再投资70亿欧元用于氢能技术在德国的市场推广，以及再投资20亿欧元用于国际合作。相关项目的实际可用资金来自于各职能部门的预算拨款。

在中长期内，氢能的需求预计将大幅增长。为了发掘氢能技术的潜力，目前就需要采取后续步骤，并与经济界一道真正实现市场推广。为了实现该目标，国家氢能战略就氢能经济和可持续的制取、运输和使用方面的私人投资制定了框架条件。

就目前来看，能源转型预计所需的大量氢能无法仅靠在德国生产，因为德国境内可再生能源的生产能力是有限的，因此在未来德国必然仍将是一个能源进口大国。鉴于此，我们将围绕着“氢能”主题扩大和加强国际合作及合作伙伴关系。

近年来，“氢能”主题在欧洲及国际层面上也得到了迅猛发展。联邦政府在2018年9月与欧盟委员会及27个欧洲国家共同签署了“欧洲氢能倡议”，并将氢能技术和系统确立为具有战略意义的价值创造链。联邦政府将利用这种迅猛发展的趋势，并在2020年担任欧盟理事会轮值主席国期间，在此战略意义上继续推进“氢能”主题。

所描述的各项措施由各个职能部门负责，并由他们在有效的预算和财政拨款的框架下提供资金资助。

II. 国家氢能战略：目标和志向

联邦政府推出的国家氢能战略为未来氢能的制取、运输、使用和再利用，以及相应的创新和投资制定了协调一致的行动框架。该框架确定了必要的步骤，以期为实现气候目标做出贡献，为德国经济创造新的价值创造链，并深入开展国际能源政策领域的合作。在此背景下，国家氢能战略主要追求以下目标：

承担全球责任

联邦政府承诺德国对降低温室气体排放负有全球责任。通过开发氢能市场和确立氢能作为脱碳化选项，德国能够为全球气候保护做出重大贡献。

增强氢能竞争力

在有效的框架条件下，氢能的制取和使用还不是很经济。由于目前二氧化碳排放的间接成本还未计入其价格，所以特别是使用化石能源的价格优势非常突出。为了使氢能变得更经济，我们必须推动氢能技术降低成本。对此，为了推动技术进步和规模经济的发展，尽快为首批应用领域的转型提供必要的临界规模，迅速扩大氢能生产和使用在国际市场上的推广具有重大意义。其中须特别关注是：目前已经接近经济性的领域，可避免更大路径依赖性的领域，或者无法用其他方法脱碳的领域，例如避免钢铁和化工行业或某些交通领域中的过程排放。但是，我们也将长期关注供热市场的部分领域。

在德国开发氢能技术的“本土市场”，拓宽进口渠道

作为氢能技术市场推广的第一步，强大和可持续的国内氢能生产和氢能应用，即“本土市场”是不可或缺的。强大的“本土市场”对于氢能技术在国外的应用也具有重要的信号作用。同时，对德国氢能技术市场推广的激励，以及特别是扩建和运营电解设备的激励措施，要与能源转型保持一致。

联邦政府预计至2030年氢能需求为大约90至110太瓦时。为了部分满足这一需求，至2030年德国应具备总功率高达5吉瓦的生产设备，其中包括必要的离岸和陆上发电设备。这相当于高达14太瓦时的“绿氢”生产²，所需的可再生电能高达20太瓦时。同时要保证，由电解设备诱发的电能需求不会导致碳排放的增加。另外，在国家氢能战略监控的框架下，联邦政府将详细记录“绿氢”的需求发展。至2035年期间，最晚不超过2040年，尽可能增建5吉瓦设备。

但是，绝大部分的氢能无法只由当地制取的“绿氢”来供应，所以必须通过进口来满足未来的需求。整个欧盟拥有数个高收益的可再生能源发电生产基地，因此也具备巨大的“绿氢”生产潜力。联邦政府将致力于挖掘这些潜力，继续扩大生产能力。为此，联邦政府将加强与其他欧盟国家的合作，特别是在北海和波罗的海区域，当然也包括南欧。其中，主要是离岸风能的利用扮演着重要的角色。联邦政府将与北海和波罗的海周边的国家一道，借助可靠的离岸风能监管框架大力推进氢能生产。为此，联邦政府积极

2 假设：4000小时全负荷下电解设备的平均效率为70%。

致力于 – 包括在其他合作伙伴国家内 – 在发展合作的框架下系统地开拓生产的可能性。联邦政府的目标是，为未来的供应商、消费者和国内外投资者创造规划安全性。

为此，需要与相应的合作伙伴国一道展开投资和创新攻势。联邦政府将借助该氢能战略支持建立生产能力和新的供应链，以及向合作伙伴国提供技术和量身定制的解决方案。由此将在德国和合作伙伴国产生就业效应，走上长期增长的道路。

氢能战略的行动计划和有效的预算和财政拨款构成了市场推广的基础。一旦需求的发展势头超出预期，将在评估框架下继续开发该国家氢能战略。

将氢能确立为替代能源

氢能技术以及在其基础上发展起来的替代能源是能源转型不可分割的组成部分，并有助于能源转型取得成功。对于一些应用领域，例如在航空和航海业或生产工艺过程产生排放的工业中，长期内无法做到只使用电能，或需要花费巨大的代价才能直接使用电能。特别是在航空业、部分重载交通中，在国家防御和联盟防御的移动系统和航海中，许多航线和应用是无法用纯电实现的。因此，必须用以可再生电能为基础的替代能源，例如通过PtX法制备的煤油来替代目前在用的化石燃料和能源。

使氢能可持续地成为工业的原材料

氢是德国工业（化工业、钢铁业等等）的重要原材料。目前德国每年大约55太瓦时的氢用于材料方面的应用，其中的大部分是在化石能源的基础上制备的。这些应用必须尽量转型为以“绿氢”为基础的生产。同时，必须借助氢和以氢为基础、采用PtX法制备的原材料来推进排放密集型工业过程的脱碳化，这样也可以为氢和PtX原材料开拓新的应用领域。据估计，例如至2050年本土钢铁生产转型为温室气体平衡的生产需要超过80太瓦时的氢能。德国精炼业和氨气生产转型利用氢能又需要大约22太瓦时的“绿氢”。由于现有的和未来急剧增长的需求，德国工业具有得天独厚的前提条件，成为氢能市场推广的推动者，以及国际氢能技术的先行者。

继续开发运输和配送基础设施

氢及其衍生产品的进口和销售市场发展的前提条件是相应的运输和配送基础设施的发展和可用性。德国拥有广泛分布的天然气网和与之相连的天然气储存设备，形成了健全的、完善的天然气基础设施。为了能够最佳利用氢能的潜力，我们将继续开发我们的运输和配送基础设施，继续保证应用中的安全性，其中包括扩建和增建专用氢能网。为此，联邦政府将考察天然气基础设施的监管框架和技术状况是否有调整的必要性，并进行继续开发。例如考察现有的、即将闲置不用的天然气（例如L天然气）长距离输送管道基

基础设施，是否适合继续开发成纯氢能基础设施，或者考察现有或经过现代化改造的天然气基础设施是否能确保承运氢能。

促进科学研究，培养专业人员

研究是能源和工业政策的一个战略性元素。因为只有通过沿整个氢能价值创造链，即从制取到储存、运输和配送，直至应用，长期扶持研究和创新才能在这些能源转型的关键技术上取得进步。至2030年要将具备工业生产规模的解决方案系统地发展成熟至可应用的程度。为了促进德国企业和研究机构在氢能技术方面居于有利的起跑位置，我们也将招募、培训和提拔出色的科研人员、有才华的后备力量和训练有素的专业人员，并寻求与其他科研领先国家开展紧密的交流。如果将新建研究机构、设立能力中心以及建立教育和研究能力的重心放在受结构转型影响特别深的地区，政府将对其加大扶持力度。

转型过程的塑造和伴随

能源转型和加强可再生能源的使用要求不同的参与者进行大量的调整。我们将与经济界、科学界和社会各界一起，共同拟定出如何利用氢能的贡献而取得能源转型成功的途径。我们将利用对话过程伴随必要的转型过程，并在必要之处支持各利益相关方。

加强德国经济实力，保障德国企业在全全球市场上的机遇

在开发和出口氢能及PtX技术方面，德国现在有机会在国际竞争中承担重要角色。德国围绕氢能技术所具备的广泛的、与国际高度接轨的参与者环境，不仅是德国氢能技术市场推广的一个重要的成功因素，而且尤其能增强德国企业在这个未来市场上的机遇。制取、使用和供应氢能的组件的生产，将对地区性的价值创造做出贡献，并增强在这些领域内运作的企业的实力。为了实现这一点，在实施氢能战略，特别是在扶持措施中要注意，德国所有的地区都可以从氢能经济的价值创造新潜力中获益。对氢能技术市场推广的促进也有助于消除新冠疫情对经济的冲击，并为确定德国经济可持续发展的方向再奠定一块基石。

建立氢能国际市场和合作

我们必须为未来氢及其衍生产品可持续的供应做好准备。因为从中长期来看，德国也将大量进口氢能。我们与其他未来的进口国有着尽快建立全球氢能市场的共同意愿。鉴于当前化石能源生产国和出口国所具备的可再生能源的潜力，同时也为他们提供具有吸引力的机会，将其供应链转型成利用可再生能源和氢能，从而成为潜在的氢能供应国。由此，这些国家也可以长期从现有的贸易关系中受益，从而确保合作伙伴国家当地的市场和当地的能源转型不会受阻，反而会得到氢能生产的支持。

氢及其合成衍生产品的国际贸易不仅对德国和欧盟会形成新的贸易关系，而且也会使能源和能源来源，以及运输路线进一步多样化，从而增强供应安全性。依靠这种方式，氢及其衍生产品的国际贸易将成为一个具有重大意义的工业和地缘政治因素，它要求设立战略目标和做出决策，但也为各方提供新的机遇。

抓住全球合作的契机

我们要与我们全球的合作伙伴一道，利用全球范围内对氢能技术的热潮加快技术进步。在国际层面上，与潜在供应国和其他进口国的合作将促进他们为气候保护做出贡献，创造可持续的增长和发展机遇。特别是在北海和南欧，以及在联邦政府的能源合作伙伴，或者在与德国发展合作的伙伴国进行合作的框架下，将为共同的项目和技术试验提供机会。

继续扩建氢能制取、运输、储存和应用的高质量基础设施，保证其安全和建立信任

鉴于氢能的物理和化学特性，坚固的高质量基础设施对于开发和监控氢能制取、运输、储存和应用的设备非常必要。这些需在德国国内和欧洲建立的联网测量和高质量基础设施的主要组件，属于测量学和物理化学安全技术，为此尤其需要科学界认可的和严格监

管下的测量方法和评估标准，以及国际认可的技术规范和标准。此外，必须建立高水平的安全性。负面事件和事故可能危及到对氢能技术的接受度，所以应该建立用户对氢能技术的信任。

不断改善框架条件，促进当前的发展

国家氢能战略的实施和继续开发是一个持续的过程。为氢能相关职能部门新设的一个国务秘书委员会定期监督实施和达标状态，同时也对战略的继续开发和实施做出决策。一个来自科学界、经济界和社会的高级专家组成的国家氢能理事会辅佐国务秘书委员会，并提供咨询。三年之后将对该战略进行第一次评估。然后在此基础上，联邦政府将决定是否继续开发该战略，包括相应的措施。

III. 氢能：现状、行动领域和未来市场

氢及其衍生产品的现状和预期的发展

目前，德国氢能的消耗量约为55太瓦时。需求主要来自于工业行业的材料制造工艺，平均分布在原材料化工（氨气、甲醇等的生产）和石油化工（常规燃料的生产）中。所使用的氢能主要为“灰氢”。大约7%的需求（3.85太瓦时）通过电解工艺（氯碱电解）来满足。但是，由于特别是石油化工中使用的氢能不是完全额外生产的，而是部分作为其他生产过程中的副产品伴随产生的（例如汽油重整），所以目前消耗的大约55太瓦时的氢能无法完全由“绿氢”替代。

氢能市场未来在德国、也包括在全球的发展，在很大程度上由气候保护和为实现气候保护而各自遵循的战略所设定的远大目标来决定。依照《巴黎协定》和联邦政府对实现2050年温室气体平衡目标的承诺，预计氢能市场将进行下列发展：

随着市场推广的启动，至2030年预计特别是在工业行业（化工、石油化工和钢铁）中将迎来氢能需求的第一波增长，在交通行业中呈较小幅度的增长。保守估计在工业中的需求将额外增加10太瓦时。燃料电池驱动的电动车仍将是一个需求增长点。更多的消费者（例如长期来看部分供热）也可能接踵而至。

为了实现2050年温室气体平衡的目标，氢能技术在德国也必须扮演重要的角色。各种研究推演了将温室气体排放与基准年1990年相比降低95%的场景，并同时对整个能源系统进行观察得出的结论是：预计2050年以电为

基础的能源的消耗将介于110太瓦时（联邦环境、自然保护和核安全部（BMU）气候保护场景）和约380太瓦时（德国工业联合会（BDI）气候路径）这个数量级之间。除了工业和交通行业，长期来看，在转型行业中也产生需求。未来政治框架条件的设定，特别是针对气候保护的远大目标和为实现气候保护而各自遵循的战略，将对总需求量和各个行业中的消耗量产生巨大的影响。

国家氢能战略瞄准下列具有战略意义的未来市场：

氢制备

对于氢能技术推广及其出口来说，强大和可持续的，并能对能源转型做出贡献的国内氢能生产和氢能应用，即“本土市场”是必不可少的。为了能够长期经济和可持续地利用氢能，必须持续提高可再生能源的发电能力（特别是风力和光伏发电）。

工业

某些工业领域无法利用常规技术向零碳转型。在这些领域中，必须越来越多地用替代性技术来代替气态和液态能源，并且采用零碳或低碳排放的替代性原材料或工艺。在众多此类生产工艺过程中，可以使用具有发展前景的氢及其衍生产品。特别是在部分化工工业和精炼业中，现在就已经可以用“绿氢”替代“灰氢”，而无需进行调整。此外，化工业现有的基础设施，例如氢能网络

可以继续使用，如有必要，可在扩建和优化后用于钢铁工业等行业。例如，不久就要在钢铁工业的试验项目中把氢用来直接还原铁矿石，替代高排放的高炉工艺。其目标是，对用于工业规模生产的生产设备的投资应流向环保型技术中。因此，从长期来看氢能在保障德国工业生产基地的地位方面将起到重要的作用。

交通

在交通运输业中蕴含着应用氢能的巨大潜力。为了实现行业的气候和可再生能源目标，交通运输业必须积极致力于技术进步。对于直接使用电能意义不大或在技术上不可行的应用，以氢能和PtX为基础的交通运输是这类应用的一个替代方案。其中也包括必须确保联盟合作伙伴之间互用性的军事应用。

从长期来看，首先在航空和航海业中同样也会产生对环保型燃料的需求，这些需求也可以通过PtX工艺制备的以氢为基础的能源来满足。无论是在航空业还是在航海业中，都要求用对气候无害的合成燃料进行脱碳。在航空交通以及海岸和内陆航运中，根据应用领域不同也可以使用燃料电池和电池动力驱动。但是，这方面的技术还有待发展。

燃料电池汽车在诸如短途公共客运（公共汽车、火车）交通、部分公路重载交通（卡车）、商用车（例如用于建筑工地或农业和林业），或物流（货运交通和其他商用车，例如叉车等）中的运用，是对电池动力车的一种补充，可大大降低空气有害物质以及碳

排放。即使是在轿车的某些领域中，也可以用氢能作为一种替代性燃料。在公路交通中应用氢能的前提条件是建造必要的、符合需求的加氢基础设施。

在德国汽车业和物流业中要建设性地、有目的地同步进行结构转型。例如在燃料电池技术方面，加强德国的机械和设备制造，并改善燃料电池组件（堆栈、加压站等等）的成本、重量和功率参数，在全球竞争中居于领先地位才是目的。

供热市场

从长远来看，在工业过程用热的生产或在房屋建筑业中，即使在充分挖掘了效率和电动化潜力之后，对气态能源的需求仍将存在。氢及其衍生产品可以长期以不同的方式为部分供热市场的脱碳化做出贡献。

氢能作为欧洲共同项目

在国家氢能技术推广和国际氢能市场的建设方面，重要的前提条件和问题只能在欧盟内市场和欧盟法律框架下继续开发。随着在其他欧盟成员国也开始氢能技术的市场推广，欧盟内部氢能市场的发展将变得越来越重要。例如欧盟在北海拥有高收益的风能生产基地，在南欧拥有巨大的光伏和风力发电潜力。这些潜力可以长期为可再生氢能的生产提供巨大的机会。扩建完善的欧洲天然气基础设施也可以为氢能的运输提供连接点。为了为欧洲内部市场的形成创造前提条件，我们需要一个强大的欧

洲框架。核心的挑战只能在欧盟的背景下得以澄清：例如氢能在太阳能和/或风力丰富地区的生产和配送解决方案，不可避免地需要跨境合作。这一点同样适用于监管法和投资条件或经验的交流。此外，在欧洲以及国际层面上必须坚决执行为氢能生产和运输明确制定的可持续性标准，推动电力、氢及其合成衍生产品的系统化和有效环保的分级和分类。欧盟可以通过提前制定标准和框架条件对基本的国际框架条件施加巨大的影响。考虑到由于氢能在钢铁和化工等行业中的应用而造成运营成本的提高，国家援助法的框架条件也必须继续进行开发。在氢能市场和相应的可持续性标准的开发方面，德国扮演着积极主动的角色。德国奉献出了自己在能源转型方面的经验，并将行业耦合的框架条件和氢能在欧盟内市场的发展当作德国担任欧盟理事会轮值主席国期间的一项重点工作。联邦政府将在欧盟内积极努力将该战略的主要内容也纳入到欧洲氢能战略中。

国际贸易

从中长期来看，为了实现至2030年的气候目标和至2050的温室气体平衡目标，德国也需要从欧洲内部市场之外进口可再生能源。因此，氢及其衍生产品的国际贸易是一个意义重大的工业和地缘政治因素。

在国际层面上，如果潜在供应国和进口国能根据合作伙伴的要求进行调整，那么与他们的合作可以促进他们对气候保护做出贡献，加速氢能技术的市场启动，创造可持续的增长和发展机会。这也有助于氢能生产的认证和可持续性达成高水平的标准，并提高市场的容量。特别是联邦政府现有的能源合作伙伴关系，还有与德国发展合作和国际气候

保护倡议的伙伴国的合作，都将为共同项目以及进口途径和进口技术的试验提供机会。其他国际合作也可以对此进行补充。如果化石燃料当前的出口国拥有生产氢能的巨大潜力，那么他们就会起到非常重要的作用。在发展中国家尤其必须注意的是，鉴于相关出口国自身的能源供应往往并不富裕，氢能的出口不得成为他们的负担，并由此引发对化石能源来源的额外投资。因此，为了在这些国家推动可再生能源生产能力的快速建设，进而也使当地的市场受益，应将“绿氢”生产也视作推动力。

氢能领域所需的贸易关系提出了大量地缘政治问题，这些问题必须及时容纳到政策开发中。但是，它们也提供了大量的机会：例如扩建欧盟内部能源市场，建设新的国际价值创造链，与拥有巨大的可再生能源潜力进行PtX生产的德国发展伙伴国的合作，或者扩大与能源出口国现有的贸易关系以及与他们建立新的贸易关系。

国内外的运输和配送基础设施

氢及其衍生产品的进口和销售市场的开发，以是否拥有相应的运输和配送基础设施为前提条件，特别是在长距离管道网领域。德国拥有广泛分布的天然气管网和与之相连的天然气储存设备，形成了健全的、完善的天然气基础设施。该天然气基础设施的一部分未来也可用于氢能。另外，还将建设氢能专用的输送网。德国是欧洲重要的中转国，在其特殊的地理位置和角色的背景下，这些变动过程只能与欧洲邻国以及相连的第三国进行合作才能完成。除了生产之外，也必须为氢能的运输以及与此相关的排放开发出统一的

质量和可持续性标准，并确立相应的验证程序。在德国，氢能市场也会对基础设施的一些组件，以及终端用户的某些仪器和设备造成技术上的挑战。因此，必须及时认可和启动必要的转换过程（H₂准备等等）。然而，为了避免错误的投资，这个转换过程应参照2050年温室气体平衡的目标以预计的需求为准。

氢能运输以PtX衍生产品的形式或与液态有机氢能载体（LOHC）相结合作为重要选项，也特别适用于国际贸易。液态氢、PtL-/PtG-衍生产品或LOHC，可以方便、安全地长距离运输。在这方面，除了开拓新的，也可以利用现有的运输能力和多样化的基础设施（例如管线、甲醇和氨油轮）。在“运送阳光”的口号下，借助研究可首次实现大规模挖掘制备和运输“绿氢”的新潜力。同时，PtX产品的长距离贸易和经由管道网运输氢能可以相互补充。同时，在氢能的运输中也要避免温室气体的排放。

研究、教育和创新

研究是能源和工业政策的战略组成部分。德国企业和研究机构是氢能和其他PtX技术上的先驱。联邦政府长期提供的定向、可靠的研究经费，为此做出了决定性的贡献。德国研究机构的资金为全球范围内出色的研究机构和研究基础设施提供资助，使尖端研究成果转化为实践应用成为可能。

我们致力于沿整个氢能链为关键技术和新方法的研究提供资助：从制备到储存、运输和配送，直至应用。面向未来的基础研究与有针对性的应用型研究交叉融合，为关键技术，例如产氢的电解及生物制备方法、甲烷

热解（“青氢”）、人工光合作用和燃料电池铺平了道路。同时必须考虑到行业的特殊性，例如航空、航海或工业，并利用不同应用领域之间的溢出效应。同样，我们也会考察氢气的天然储量所提供的可能性和机会。

我们为研究提供资助，并坚信今天的结果将会是明天的创新。研究到应用之间需要一座桥梁。除了能源转型的仿真实验室，我们还寄希望于与经济界和科学界强大的合作伙伴之间开展联合项目这一久经考验的成功模式。从研究至应用准备阶段时间漫长，基于及早实现目标的考量，很有必要加强应用型能源研究。

我们在面向应用的基础研究中也会加强与经济界和科学界的竞争前合作。旗舰计划，例如Carbon2Chem和Kopernikus项目，是卓越的科学界和创新企业之间成功合作的前驱。我们要利用这些经验，将其作为全球瞩目的“展示窗口”倡议活动，展示氢能技术的出口潜力。我们还研究氢能的应用，例如在钢铁业和化工业中通过直接还原减少与气候相关的碳排放。

当前的目标是，将来自实验室的创新以超越目前的速度迅速投入应用，并按照工业规模加以实施。为了在关键技术，首先在氢能领域中加速创新的转化，帮助技术比现在更快地达到市场成熟的水平，我们建立了能源转型仿真实验室作为能源研究新的扶持支柱。国家脱碳计划也将在寄希望于氢能的工业中加速创新性气候保护技术的可用性和应用。

氢能也是一个教育主题：氢能经济需要专业人才，无论德国还是国外。因此，我们将在教育和研究合作中开拓新途径。

IV. 国家氢能战略的监管

为了监控战略的执行和继续开发，一种灵活的和以结果为导向的监管机制应运而生（参见图1）。

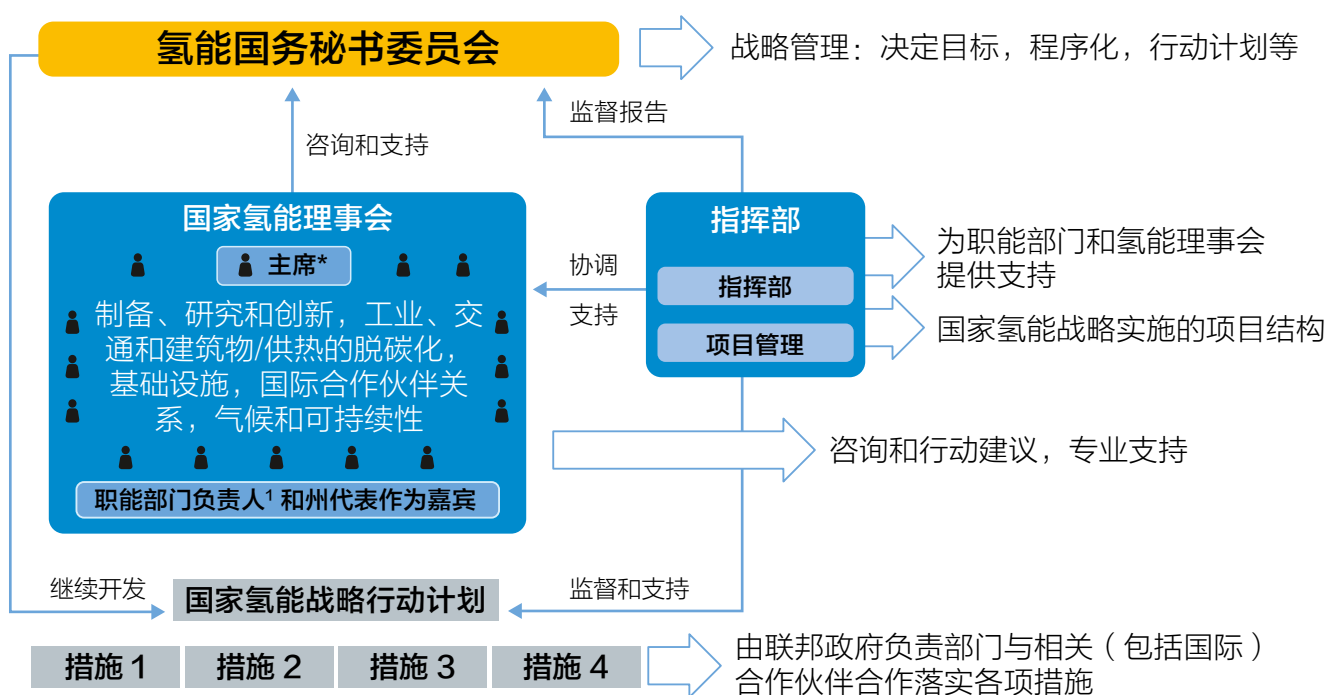
为相关职能部门组成的**氢能国务秘书委员会**将始终监控着国家氢能战略活动的开展。一旦氢能战略的执行发生延缓或与目标出现偏差，国务秘书委员会经与联邦内阁协商后将即刻采取修正措施，并根据新的需求调整行动计划。其目标是，确保国家氢能战略与市场的发展保持协调，并从总体上确保目标的实现。

联邦政府任命组建一个**国家氢能理事会**。该理事会由26名来自经济界、科学界和社会的

高级专家（不隶属于公共管理机构）组成。氢能理事会的成员具备制取、研究和创新、工业脱碳化、交通和建筑/供热、基础设施、国际合作伙伴关系以及气候和可持续性等方面的专业知识。在氢能理事会首次会议上选举一位成员担任主席。

国家氢能理事会的任务是，在国家氢能战略的执行和继续开发过程中，以提出意见和行动建议的方式向国务秘书委员会提供咨询和支持。在国家氢能战略的实施期间，为了协调联邦政府与氢能理事会之间的工作，以及确保理事会与职能部门的实际运作之间保持紧密联系，国务秘书委员会和国家氢能理事会将定期共同举行会议。届时，相关各部的

图1：国家氢能战略的监管结构



* 从国家氢能理事会成员中选出。

¹ 例如总干事层面

职能部门负责人（例如主管的司局领导）将作为嘉宾列席理事会的会议。按照各州的愿望，各联邦州也可派两名代表作为嘉宾列席会议。氢能理事会每年至少召开两次会议。

联邦教育与研究部的“绿氢”创新特派员是国务秘书委员会和国家氢能理事会的常驻嘉宾。该嘉宾与来自政治界、经济界和科学界参与战略实施的参与者协作，负责联邦教育与研究部研发活动的定向以及向实际应用的转化。他/她的任务是，代表联邦教育与研究部，把研究中得出的前景广阔的创新方法和推动力引入到政治领域和公共讨论中。

除了氢能理事会外，联邦政府还将建立一个氢能指挥部。受联邦政府的委托，指挥部办公室协助各职能部门实施国家氢能战略，并在行动建议的协调和成文等方面为氢能理事会提供支持。指挥部的另一个任务是对国家氢能战略的监督。此外，指挥部利用灵活的项目管理结构在国家氢能战略的实施中积极地为各职能部门提供支持。为此，在指挥部设置了特定主题的工作小组。

年度监督报告旨在为氢能理事会和国务秘书委员会提供建议和决策的基础。报告中除了陈述氢能经济建设的重大进步之外，还将列举在报告期内出现了哪些不可预见的挑战，并确定是否需要采取行动。同时，报告还特别注重欧洲和国际的观点。为了编写监督报告，要在不同的行动领域（例如在德国、欧洲和其他相关国家的电解槽装机功率，或在不同应用领域中氢能的用量和制备方式）中不断采集和评估相关的指数。在监督报告的基础上，每三年将制作一份扩展报告，对战略和行动计划进行总体评估，并拟定继续开

发的建议。目标就是在此基础上确保可根据市场的发展持续地调整国家氢能战略，并保证目标的实现。

联邦和各州的协同效应

除了联邦层面上的措施，各州在氢能领域也有不同的已经启动或计划中的措施，这些措施对于氢能经济的建设和确保德国企业的领先地位同样重要。联邦和各州之间的紧密合作可以协调彼此的措施，充分利用协同效应，预防路径依赖性，交流宝贵的经验和确定进一步行动的需要。为此目的，联邦政府将尽快（2020年上半年）建立一个合适的平台（例如建立一个联邦-各州“氢能”工作小组），并确保各州获得有关氢能理事会活动的信息。为此，要兼顾围绕氢能主题现有的网络、倡议和工作小组，必要时进行扩建。

V. 行动计划：国家氢能战略取得成功的必要步骤

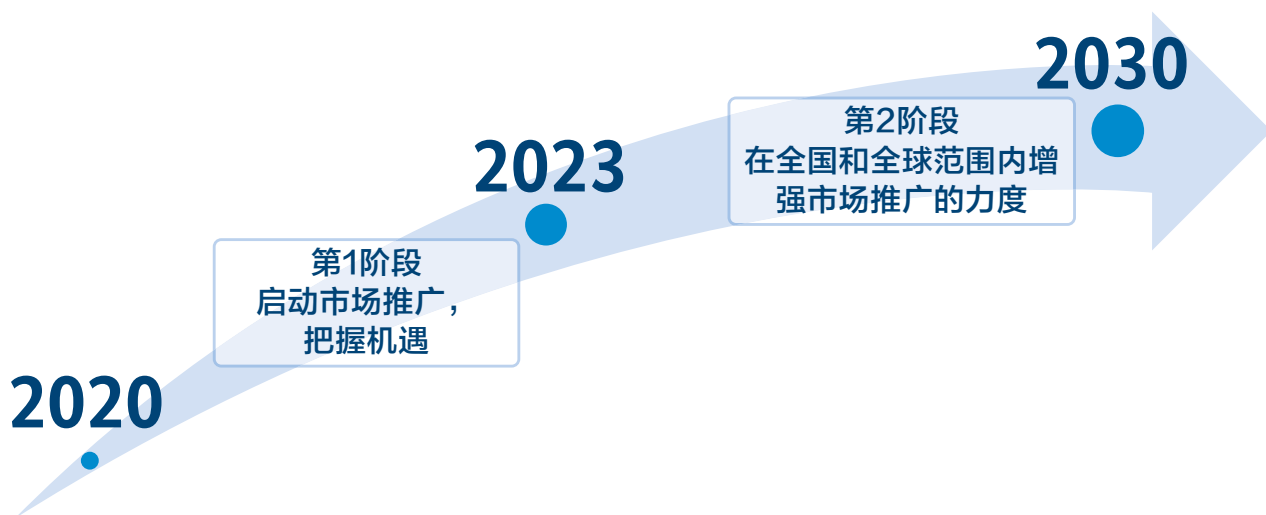
通过为国家氢能战略制定的行动计划，联邦政府为经济 and 可持续地制取、运输和使用氢能的私人投资奠定了基础，从而也可为消除新冠疫情的冲击和德国及欧洲经济的复苏做出贡献。为此，截至到2030年，联邦政府将在市场推广的第一个阶段为下列领域实施不同的措施。下面列举的措施由各个主管职能部门负责，并在有效的预算和财政拨款框架下由各个主管职能部门提供资金。然而，在国家能源战略跨职能部门布局的框架下，应当密切关注系统性的观察。这意味着：要始终将供应及供求关系结合在一起考虑。

行动计划中描述的措施构成了国家氢能战略的第一个阶段。在该阶段中，至2023年将启

动市场推广，为正常运行的本土市场构建基础。同时，将推进开拓性的主题，例如研究和开发、国际课题等。自2024年起的下一阶段，将巩固已建立起来的本土市场，构建氢能的欧洲和国际维度，并为德国经济所用。因此，坚持继续开发的想法从一开始就根植在国家氢能战略中。

氢气的制取

可靠、经济 and 可持续地制取氢是其未来应用的基础。为了能够实现明显降低氢的生产成本，现在就必须建造工业规模的生产设备用于技术展示，并达到相应的级别。



措施1：

为高效使用可再生能源发电（例如行业耦合）**改善框架条件**，以气候目标和能源转型目标(例如可服务于网络)为导向，由国家主导公平定价的能源价格可以加强“绿氢”的生产。为此，在交通和供热领域引入化石动力燃料和燃料的二氧化碳定价机制是一个重要元素，而2030年气候保护计划中规定的下调《可再生能源法》（EEG）分摊费又对其进行了补充。但是，从中短期来看，这些还不足以确保德国企业“绿氢”生产设备运营的基础。因此，我们将在气候一揽子项目制定的措施之外，考察其他**国家主导定价的改革**，同时将二氧化碳的定价继续设立为核心的指导工具。这个考察也包括制备“绿氢”的电能不能否可以在很大程度上免除税费、附加费和分摊费等。我们将特别致力于免除“绿氢”生产的EEG分摊费。同时我们将确保不会因此提高EEG分摊费。

措施2：

此外，在考虑到法律规定的剥离（2020年的结果）的情况下，考察电解槽运营商与电网及天然气网运营商之间新**业务模式和合作模式**的可能性。我们将在一至两个试点项目中测试前景良好的方法，这些方法不仅能确保在价格合理的基础上显著降低网络的负载，而且同时继续保持氢能市场的竞争中立的属性。为了创造所必需的前提条件，我们也要相应地审查，是否需要改动法律法规框架条件。

措施3：

在工业中，主要在气候保护创新一揽子计划的框架下，我们也将通过对电解槽的**扶持**（从2020年起开始实施，有关“气候保护”创新一揽子计划和其中对工业中氢气应用的支持的更多细节请参见措施14）支持向氢能转型。对例如用于钢铁业和化工工业脱碳的“绿氢”生产的招标模式也将进行审查。一旦有必要，将相应对国家脱碳计划增资。

措施4：

由于满负荷小时数较高，**海上风能**是一种非常具有吸引力的技术用于生产可再生能源，继而可以用它生产“绿氢”。为了使投资收益良好，要继续开发这方面的框架条件。同时，要对加强可用于**陆上氢生产和PtX**生产的场地的布局、可再生能源生产所必要的基础设施和额外招标等主题进行讨论。（自2020年起开始实施）

应用领域

对于氢能市场的继续开发，需要稳定的需求和加大对氢能的应用。鉴于经济性的因素，必须有针对性地逐步开展氢能的市场推广。因此，应推进氢能在交通业的某些领域中作为替代性燃料，或在工业的优先应用领域中作为材料回收再利用的原材料和作为还原剂的应用。中短期内应优先考察是：使用氢能

已接近达到经济效益的领域，不会形成较大路径依赖性的领域，或不存在替代性脱碳可能性的领域。

交通

措施5：

迅速严格地执行《欧盟可再生能源指令》（RED II），旨在确立“绿氢”应用于动力燃料的生产，以及氢能作为常规动力燃料替代品的地位（2020年实施）。在这方面主要的杠杆是：

- 追求高要求的温室气体比率将提高可再生能源在交通行业内的比例，并可以结合特殊的措施激励氢及其衍生产品在交通行业内用作替代性燃料。因此，联邦政府设立目标，以大大超出欧盟规定的标准，在2030年提高交通行业内终端能量消耗中可再生能源的最低比例，并力求在联合执政协议中规定的《联邦排放控制法》温室气体比率的继续发展框架下将其确定下来。
- 在常规动力燃料的生产中使用“绿氢”是氢能的一种有意义的应用，能够为降低交通造成的温室气体排放做出切实的贡献。因此，为了能够将动力燃料生产中使用的“绿氢”计入温室气体减排率中，我们将在全国落实《欧盟可再生能源指令》。另外，我们将在落实《欧盟可再生能源指令》时尽可能给予激励，从而尽快实现在动力燃料生产中使用“绿氢”。我们要落实具体的对电解设备投资的激励，从而使市场推广顺利进

行。我们的目的是，建设2GW等级的电解功率。如有必要，我们将采取同步的扶持措施作为补充。

- 由于特别是航空业在可预见的未来仍将严重依赖于液体燃料，从气候保护的角度来看在航空业中使用可再生的煤油将发挥重大作用。因此，经销商有义务使用必须由“绿氢”生产的电基航空燃料，原则上来看这很有意义。重要的是要检查，在技术和可持续性方面可行的前提条件下，在哪个时间点可以生产多大量的煤油。为了实现雄心勃勃的市场推广，首先要探讨的是2030年达到最低2%的比率的问题。我们的责任也包括避免德国航空业在竞争中的劣势。因此，联邦政府与欧洲合作伙伴一道支持进行多边监管。
- 采用统一、透明的方法确定使用能源产品时的碳平衡及其可持续性，该方法不受任何应用领域的局限，这对于全国、欧洲和全球的替代性能源贸易都至关重要。在这方面，我们将及早地、积极地参与欧洲层面的工作。

下面所列的所有其他措施都已开始运作，或在2020年继续开展。这一点尤其关系到新的扶持指导方针的制定，然后可以在此基础上号召提交资助申请。其中部分还需要欧盟委员会的通知和批准。从2020年开始，计划将定期发起资助申请号召。

措施6：

在**国家创新计划氢能和燃料电池技术（NIP）**的框架下，将继续实施扶持措施。在这方面，由能源和气候基金（EKF）直至2023年额外提供的资金也大力增强了为氢能和燃料电池技术提供资助的可能性。

- 激活市场支持对氢能汽车（轻、重型卡车/商用车、大客车、火车、内河和沿海航运、车队使用的轿车）的投资，至2023年除了国家创新计划氢能和燃料电池技术（NIP）的扶持资金外，还有能源和气候基金（EKF）提供的下列资金可供使用，这些资金面向所有技术，也可以用于氢能应用。
 - 21亿欧元补贴鼓励购买电动汽车，
 - 9亿欧元补贴鼓励购买使用替代性环保型驱动装置的商用车，
 - 6亿欧元用于资助购买使用替代性驱动装置的大客车。
- 针对进一步降低成本的研发活动（例如在商用车、小型飞机领域），
- “HyLand – 德国氢能示范区域”计划分为三个阶段，用于资助地区性整体氢能方案的制定、细化和实施。这个于2019年成功实施的资助方案已计划继续实施。

措施7：

开发和资助生产电基燃料、特别是电基煤油和高级生物燃料的设备。为此，能源和气候基金（EKF）至2023年将提供11亿欧元供使用。

措施8：

资助合作建造符合需求的汽车加油基础设施，也包括重型公路货运交通、公共短途客运和轨道短途客运中的车辆（另请参阅措施20）。对于所有替代性技术，能源和气候基金（EKF）至2023年提供34亿欧元补贴用于加油和充电基础设施的建设。一旦需要，用于氢能基础设施的资金会提前提供使用。按照2030年气候保护计划，联邦政府也将在商用车领域为加氢站的建设开发方案。为了促进“绿氢”在重载交通中的应用，将迅速扩建加氢站网。

措施9：

致力于欧洲基础设施建设的继续开发，为燃料电池驱动的跨境交通（AFID）提供便利；修订建设替代性燃料基础设施的指令（自2021年起实施）。

措施10：

支持为燃料电池系统建立**具有竞争力的配套产业**（燃料系统的燃料电池和零部件），包括为汽车应用的大规模燃料电池堆栈生产创造一个工业基础，检查氢能技术的技术与创新中心的建设（该中心可以为燃料电池驱动建立汽车平台），以及支持德国燃料电池供应商建立物流/内部物流体系。

措施11：

目标明确地实施**清洁汽车指令（CVD）**，用于支持城市交通中的零排放汽车。

措施12：

在欧洲通行收费指令的框架下采用**货运卡车根据碳排放差异定价的方式**，鼓励采用环保型驱动装置。

措施13：

致力于在氢能和燃料电池系统的车辆应用方面采用国际统一的标准（例如加油标准、氢气质量、度量衡、氢能汽车的车型批准、船只的批准等等）

工业

措施14：

由于国际竞争形势的原因，对碳零排放技术的投资不能完全转嫁给客户。因此，联邦政府在不同项目框架下，扶持工业生产过程中产生排放的常规化石技术向温室气体低排放或温室气体平衡的工艺转型。特别是在钢铁和化工业中向氢能原材料和燃料的转型起着核心的作用。相关的扶持项目包括“工业脱碳化”基金，“工业生产中的氢能应用”（2020-2024年）和“在原材料工业中避免产生和使用二氧化碳”等项目。

措施15：

在向环保型工艺转型的框架下，除了投资成本补贴，还对电解设备的运营提供支持。为此，联邦政府将针对“碳差价合约”（CfD）建立一个新的试点项目，该项目主要涉及生产过程造成碳排放的钢铁业和化工业。避免碳排放实际发生的费

用，即具体项目合同为每减少每一个温室气体排放当量约定的CO₂价格与建设和运营以温室气体平衡为目标的脱碳技术的ETS价格之间存在差异，联邦政府保证为其补贴差价。如果在未来ETS价格超过了合同规定的CO₂价格（即因使用某项技术而发生的避免碳排放的费用），企业有义务向联邦支付差价。该项目不仅保证投资安全性，而且拉动对环保项目的激励，而这些环保项目又对氢能生产产生间接的激励，并推动氢能技术的市场推广。在试点阶段成功完成后，可以将这类方法扩展到工业的辅助领域。我们努力与欧盟委员会保持紧密协调。

措施16：

应增强对借助低排放工艺和用氢生产的工业产品的需求。为此，联邦政府积极致力于审查国家和欧盟层面上的解决方案，如何能够在能源密集型工业行业中拉动气候中和产品及回收利用产品市场；检查环保型原材料的需求率，例如绿色钢材。这类措施的前提条件是为环保型或更具可持续性的中间和终端产品贴上具有说服力、目标远大又易于理解的标签。

措施17：

应与各利益相关方，特别是能源密集的工业一道，在**行业特有的对话形式**下，开发以氢能为基础的长期脱碳化战略（从2020年开始，为化工、钢铁、物流和航空业，其他行业后续跟上）。

- **化工行业：**在化工行业中已经存在大量的氢能需求用于材料应用，这些需求目前主要是通过“灰氢”来满足。在对话中应主要探讨如何越来越多地替代“灰氢”。为此，必须注意化工业的原材料供应链，也要避免锁定效应。这样在摒弃目前使用的化石原材料的同时，如有可能可挖掘新的碳源（如CCU、DAC等等），而这些新碳源又为材料转换，即化学生产创造了碳中和的原料基础。相反，在一些地方存在氢能生产力过剩的情况，例如在氢气为副产品的氯碱电解中。应采集尚未挖掘的潜力，对潜力的可用性展开讨论，必要时进行检验。
- **钢铁行业：**对话主要包括下列主题：替代性工艺，例如在过渡期内按一定比例向现有的高炉内吹入氢气以减少温室气体排放，以及首先是在直接还原设备中完全直接还原氢气，可为钢铁生产的脱碳化做出决定性的贡献。对碳捕集与利用（CCU）这种方法要在钢铁行业的研究项目中进行测试。在下一个投资周期的背景下，应创立规划安全性。这尤其适用于直接投资的框架条件和可能性的支持。
- **物流：**氢能技术在货运中的应用要求沿整个供应链进行调整。为此，应在“2030年物流创新计划”创新委员会的框架下，在短期内寻找机会交流氢能技术在物流中的应用前景。对话的主题将是，汽车制造商、基础设施、能源和燃料供应商，以及物流企业如何彼此协调其产品和服务，从而借助氢能技术为重载交通中的脱碳化做出贡献。

- **航空业：**在“航空工业圆桌会议”的框架下讨论《巴黎协定》对航空业的挑战。氢能技术也能够为此做出贡献。
- **其他行业：**对于从长远来看也无法完全采用可再生能源电能，或拥有无法避免的高排放生产过程的其他应用，必须使用替代性能源或必须封闭它们的碳循环，例如通过以氢能为基础的碳捕集与利用法。针对这一点，必须在对话中及时做好准备，对可持续性规范框架进行必要的调整，它也适用于欧盟层面上（例如碳捕集与利用的核算法）。

供热

措施18：

在房屋建筑领域，在住宅和非住宅建筑物中我们自2016年起一直在执行能效激励计划（APEE），对购买高效燃料电池加热设备给予扶持。这类扶持将继续下去，联邦政府也打算在必要时加大扶持力度。另外还要审查是否可以扩大其应用范围。在能效激励计划和未来的联邦节能建筑资助计划的框架下，从2020年至2024年计划投入高达7亿欧元，这些资金也可用于资助燃料电池加热设备。

措施19：

为了将供热的长期重点放在可再生能源的使用上，联邦政府在热电联产的框架下审查资助“氢气制备”设备的可能性。

基础设施/供应

安全可靠、基于需求和总体高效的氢能供应将是未来氢能市场的核心。只要需要就尽可能地利用现有基础设施的潜力，如有必要则着手建立新的供应结构。为此，计划采取下列措施：

措施20：

与利益相关方研讨**转型过程**长期必要的行动需求，并根据行动建议编写报告。在此期间必须对从经销商至最终消费者利用现有结构（无论是专用氢能基础设施，还是部分天然气基础设施中通过调整和改造可实现的氢气制备）的可能性展开讨论，并及时启动对这些可能性的利用。这一点同样适用于主要用于未来供氢的管道的转用和再利用等选项。建设和扩建氢能基础设施所需的监管基础要迅速着手进行。为此，短期内将执行一套所谓的市场识别法。

措施21：

继续推进**供电、供热和天然气基础设施的交叉融合**。规划、融资和监管框架的设计必须使不同的基础设施相互协调，并按照适于能源转型、符合需求和成本高效的要求继续开发。在这方面，必须考虑到现有氢能基础设施的潜力，同时确保基础设施在欧盟内的对接能力（正在实施中，联邦政府委托进行的一项长期研究的结果将在2020年下半年呈报）。

措施22：

在建设新基础设施时，要特别注意按需扩建加氢站网络，无论是在公路交通中，在轨道交通适当的网点上（例如地方交通融资法），还是在水路上（另请参阅应用领域）。这里既针对个人用户，也针对拥有大量氢能或燃料电池驱动汽车的车队运营商。

研究、教育和创新

推出促进研究和创新的新举措，旨在沿整个氢能价值创造链为未来市场成功奠定基础。通过绑定有针对性的扶持措施，我们将研究和创新确立为联邦政府能源和工业政策的战略要素。为此通过了第7个能源研究计划。短期至中期的重点是：

措施23：

将共有的氢能路线图作为指南针：德国希望将自己定位为全球市场上“绿氢”技术的领先供应者。为此，短期内将与科学界、经济界和社会一道，为德国氢能经济制作一份辐射国际的路线图。从应用场景中导出研究和行动需求。（2020年上半年启动）

措施24：

短期内将借助对国际供应链的研究开展“绿氢”示范项目。该项目旨在为基础问题和方面给出答复：应按最理想的形式开发供应商关系和技术关系；应在国际应用中检验强有力的解决方案和模块化的解决方案。发展合作伙伴国中的生产基地也要包括在内。（2020年上半年启动）

措施25：

在新的跨职能部门的研究攻势“氢能技术2030”中，将研究措施与氢能关键技术战略性地绑定在一起（自2020年第2季度起开始实施）。研究攻势的核心组成部分是：

- “能源转型仿真实验室”，目的是以工业规模实施接近市场成熟的PtX技术，加速创新的转化；
- 为达到气候中和，将大型研究计划“钢铁和化学工业中的氢能”作为前瞻性的研究项目；
- 交通行业中的计划，目的是借助研发和创新进一步降低应用氢能技术的成本；
- 可行性研究和潜力分布图，目的是给未来的“绿氢”经济在全球范围内找到经济上合适的生产基地。对此，也要考虑到各国能源自我需求的进一步发展和可供使用的自然资源；
- 国际网络和研发合作，目的是为德国技术出口的新市场做好准备；
- 建立新的“氢能技术”研究网络，目的是加强经济界和科学界联网和公开交流，作为扶持政策的推动力；

上述研究攻势使国家创新计划氢能和燃料电池技术如虎添翼（另请参阅措施6）。

措施26：

有利于创新的框架条件旨在为氢能技术的实际应用铺平道路。为此，要检查是否以及哪些措施（其中包括研究和试验条款）适用于检验氢能技术的市场投放情况，并促进技术向实际应用的转移。为此，将在短期内出台一个示范项目，用于提供科学的政策咨询。该项目应创建在实践中可用的基础，旨在进一步开发国内和欧洲的法律框架，从而可以大规模启动氢能的生产、储存、运输和使用的应用，经济地落实相应的业务模式。这包括高质量基础设施的继续开发，其中尤其突出的方面是：所有安全要求、对系统和设备效率的评估以及依据可靠的测量法与计量兼容的结算。要识别出国内和欧洲法律框架内的障碍，并在此基础上起草针对其继续发展的建议。（2020年第二季度启动）

措施27：

在航空领域，在欧洲达成一致的文件“飞行轨迹2050”中所描述的目标得到**航空研究计划**的支持。该计划将继续执行，并为此设立了混合动力-电动飞行扶持资金。在航空研究计划中，从2020年至2024年计划将向氢能技术领域投资2500万欧元。（该措施已启动）

- 在混合动力-电动飞行新技术领域，首先通过破坏式的驱动方案（例如燃料电池、氢能引擎/发电机、氢能燃料电池基础上的集约型可靠的混合动力-电动驱动架构）以及可持续的地面供电（多功能燃料电池）建立整个系统能力。

- 在小型支线飞机领域内氢能驱动的混合动力-电动技术的飞行测试（氢能/燃料电池/电池技术的组合），以及将这些技术用于商用大型飞机领域的准备。

措施28：

继续实施在交叉主题“绿色海运”（Maritime.Green）下**海运研究项目**的资助措施。在欧盟层面上，目前为新“欧洲地平线”计划而设计的伙伴关系倡议“零排放水上运输”正在筹备中，其目标是材料循环呈闭合式的零排放船只。从2020年至2024年，计划向海运研究项目投资约2500万欧元，其中一部分可用于与氢能相关的项目。（该措施已启动）

措施29：

在国内和国际上加强教育和培训：随着对氢能技术领域内职业和科学**培训和继续教育**的支持和继续发展，我们将为员工和企业走上高效、安全运用氢能技术铺平道路。这一点尤其适用于迄今为止氢能仍未受到重视领域内的生产、销售和维护人员的资质认证。其中包括例如设备制造以及交通领域内燃料机动车维修厂员工的培训。除了有资质的专业人员外，还需要出色的科研工作者以及具有天赋的后备人员。为此，我们将采取新的合作方式，将教育和研究结合起来，例如通过高校外科研机构的和高校的技能中心。我们与出口国开展职业培训合作，按照自己的目标，例如针对博士生的目标，有针对性地增强教育能力。（自2021年起实施）

欧洲的行动必要性

德国在2020年下半年担任欧盟理事会轮值主席国，这将是一个良好的契机，在准备行业耦合和天然气市场设计一揽子法规的框架下，积极推进围绕“氢能”主题的重要资料汇编。其中包括特别是由欧盟委员会制定的“氢能”行动计划以及智能能源系统融合战略。

措施30：

为了有助于能源转型和脱碳化、增强德国和欧洲出口机遇的市场发展，需要可靠的可持续性标准和高要求的高质基础设施，可再生能源电能（来源）证明以及“绿氢”及其衍生产品。在欧洲层面上，我们要在**氢能**和PtX产品领域设立可持续性和质量标准，从而积极参与国际氢能市场的建立。其中也包括为在不同应用领域内制定欧洲规范、准则和标准提供支持，它们不仅为国际市场确立发展方向，而且能保证德国在符合能源转型要求的前提下实现市场增长。同时，德国还将加强与其他国家对共同标准的交流，为这些标准在国际组织内的普及扫清障碍。

措施31：

在欧盟层面上，我们要扩大对“绿氢”研发、示范的投资，其中之一是为氢能技术和系统领域创造新的“**欧洲共同利益的重要项目（IPCEI）**”，作为与其他成员国的联合项目。该项目应考虑氢能的整个价值链和使用链（制取、运输、配送、使用）。为此，联邦政府积极联系欧盟委员会和欧盟成员国，以争取对此类项目的支持，并推动项目的实施。（正在进行中）

措施32：

在“**欧洲绿色协议**”的背景下，联邦政府积极致力于加速实施欧盟氢能倡议的开展。为此，联邦政府在该战略的基础上支持编写欧盟委员会的绿皮书，以从内容上为欧盟氢能战略初步确定基调。随着氢能技术市场的共同增长，我们将开发规模经济，为氢能国内市场的成功奠定基础。

措施33：

为了共同促进和开发全球生产能力和基础设施，将探讨是否成立一家欧洲氢能公司，并在获得欧洲足够支持的情况下推进此项工作。

国际氢能市场和对外经济合作伙伴关系

在氢能方面，国际合作也能为经济、气候、对外政策和发展政策提供机遇。我们要利用这些机遇，联合执政委员会2020年6月3日的未来一揽子计划准备为此增加20亿欧元的投资，从而在各个层面上增强我们建立和强化针对氢能国际合作的活动。除了与合作伙伴国共同开发氢能技术和市场外，化石能源转型为氢能的生产和出口的可能性和机遇也是一个重点。下列措施将有助于实现这一目标：

措施34：

将氢能纳入到现有的能源合作关系中，与战略性进出口国建立新的合作伙伴关系将开启未来光明的前景。例如，以德国技术为基础在合作伙伴国中实现其产品的出口，从而使该经济体摆脱对化石能源的依

赖，并满足德国的氢能需求。再例如利用现有的与伙伴国的**能源合作伙伴关系**，主要是通过建立专门的专业工作组，以便能够挖掘以氢能为基础的能源可持续的进口潜力，为德国氢能技术开拓销售市场。与此同时也兼顾各个国家能源需求的进一步发展以及水等自然资源的可用性。能源合作伙伴关系同时还会为相关氢能出口国的自我脱碳化和经济发展做出贡献。

措施35：

我们将在氢能联盟的框架下，与欧盟倡议活动协调并迅速推进与合作伙伴国的合作。已宣布的合作将以沿整个价值创造链的**合作为重点**。将为德国企业在国外市场上的定位搭建一个平台，从而减轻需要氢能的德国企业获取气候中和能源的困难。（该倡议活动于2020年启动）

措施36：

我们将加强业已开展的国际活动的力度，特别是在能源合作关系框架下以及国际经济中的氢和燃料电池合作伙伴关系（IRENA）、国际可再生能源机构（IRENA）或国际能源署（IEA）等的多边合作中，并在考虑到氢能跨地区方面的情况下加以利用。同时，为“绿氢”及其衍生产品的生产制作**“潜力分布图”**，它将有助于识别出设备的未来供应国和出口机会（另请参阅措施25）。借助此图能将相关信息综合在一起，从而得知，在合作伙伴国总体框架条件的背景下生产哪些能源最佳。其中一个特别的重点将放在与德国积极开展发展合作的国家及其氢能生产的潜力上。同时要兼顾不断增长的能源需

求以及诸如水等自然资源的可用性。为所筛选出的与德国发展合作的国家制作的“潜力分布图”将在德国担任欧盟理事会轮值主席国期间完成。（自2020年上半年起实施）

措施37：

合作伙伴国的试点项目，包括德国经济界参与的德国开发合作的项目，旨在明确指出，是否以及如何能够在那里可持续地、具有竞争力地生产和销售“绿氢”及其衍生产品。为此应开发出方案，并制定出具体的实施措施。同时应注意向德国出口的“氢能”以及以“绿氢”为基的能源应作为各合作伙伴国本地能源生产的补充，而不应成为发展中国家往往并不富足的可再生能源供给的负担。为此，在这些国家的部分干旱地区，氢能的生产不应当对其可持续供水造成不利影响。保持生产的可持续性应贯穿于整个供应链。这些项目旨在将氢能市场的机遇作为合作开发的重要组成部分，从而与合作伙伴国一道开拓可持续价值创造、能源和就业岗位的新机遇，激励各国国民经济脱碳化和建立可持续的供应链。（自2020年起实施）

措施38：

在有利于逐步进行包括氢能在内的全球化能源转型的前提下，联邦政府将加强与当前化石燃料出口国的对话，旨在通过用氢能至少部分替代化石燃料，与重要的能源政策参与者一道把握住新机遇。

VI. 术语表

灰氢：“灰氢”基于化石碳氢化合物的使用。对“灰氢”的生产起决定作用的是天然气的蒸汽重整。无论使用哪种化石原材料，“灰氢”的制备都会产生大量的二氧化碳。

蓝氢：“蓝氢”是指用碳捕集与封存法（英语：Carbon Capture and Storage, CCS）制备的氢能。利用这种方法，在氢能的生产中产生的二氧化碳不会进入大气中，氢能的生产从平衡关系上来说可以被视为碳中性。

绿氢：“绿氢”是通过电解方式从水中制备而成，其中进行电解所采用的电能完全来自可再生能源。无论选用哪种电解技术，氢能的生产均为零碳生产，因为所采用的电能百分之百来自可再生能源，所以为零碳。

青氢：“青氢”是指通过甲烷热解产生的氢能。在此过程中不生成二氧化碳，而是生成固体碳。该过程中达到碳中和的前提条件是，高温反应器的热量来自于可再生能源或者碳中和的能源，以及碳牢固的键合。

衍生产品：由氢可以产生其他衍生产品（氨、甲醇、甲烷等）。只要这些产品是在采

