

HORIZON

Sustainable - Electrical - Autonomus



FORD HORIZON

Sustainable - Electrical - Autonomus

Bachelorarbeit
Fabian Berger
FH Aachen
Fachbereich Gestaltung
Produktdesign
WS 21/22

Betreuung: Prof. Dipl.-Des. Manfred Wagner

Inhaltsverzeichnis

01	Einleitung	9	07	Designentwicklung Exterieur	68
02	Zielsetzung	13	7.1	Moodboard Exterieur	68
03	Welche Trends beeinflussen die Mobilität der Zukunft	16	7.2	Erste Entwicklungsschritte	70
3.1	Urbanisierung	18	7.3	Claymodell	72
3.2	Neo-Ökologie	21	7.4	Gravity Sketch	74
3.3	Digitalisierung	30	7.5	Konzept Refinement	80
3.4	Gesundheit & Sicherheit	35	7.6	Minimalismus	86
3.5	Individualisierung	38	7.7	Der erste Scan	88
04	Ergebnis der Trendanalyse	44	7.8	Függestaltung	101
05	Marktanalyse und -entwicklung	49	7.9	Letzte Schritte	103
5.1	Tesla	50	7.10	Finish	106
5.2	BMW	52	7.11	Technische Details	108
5.3	Polestar	54	08	Finales ExterieurDeisgn	112
5.4	Sono Motors	56	8.1	Designsprache	112
5.5	Volkswagen	58	09	Interieur Design	130
5.6	Ford	60	9.1	Moodboard	130
06	Grobkonzept	64	9.2	Interieur Erläuterung	134
			9.3	Funktionen	136
			9.4	Colour & Material	142
			10	Fazit	152

01

1 EINLEITUNG

Wie sieht die Mobilität der Zukunft aus? Wie werden wir uns in 15–20 Jahren fortbewegen? Was beeinflusst die Mobilität von heute und welche Auswirkungen könnte dies auf das Automobil der Zukunft haben. Urbanisierung, Digitalisierung und vor allem anderen Neo-Ökologie sind die Trends, die Mobilität nachhaltig und grundlegend verändern. Außerdem spielt die Gesundheit, Sicherheit und Individualisierung eine Rolle in der Entwicklung des Automobils. Dabei hat schon jetzt, ein neues spannendes Zeitalter in der Automobilbranche begonnen. Die Mobilität in den Städten ist im Wandel. Der Verbrennungsmotor wird verbannt und die Epoche der Elektrifizierung hat begonnen. Was wird sich im Zuge dessen alles verändern? Der Druck auf die Automobilbranche ist groß. Denn die Politik, so wie die Gesellschaft fordern besseren Umweltschutz in allen Bereichen unseres Lebens. Wie wird das Automobil vom Umweltsünder, zu einem umweltfreundlichen Produkt? Der Druck fördert technische Entwicklungen, und neue Start-ups versuchen mit intelligenten, nachhaltigen Lösungen den Markt zu verändern. Durch die digitale Entwicklungen rückt autonomes Fahren in greifbare Nähe und könnte die Mobilität von Morgen neu definieren. Jedoch stellt sich auch die Frage, ob das Privatfahrzeug überhaupt noch attraktiv ist für die Gesellschaft in der Zukunft. Was muss die Automobilbranche tun, damit das Auto auch in Zukunft attraktiv bleibt?

02

2 ZIELSETZUNG

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines zukunftsorientiertem Privatfahrzeuges, für die Firma Ford. Hierfür wird ein realistischer Blick in die Zukunft gewagt, der durch aussagekräftige Studien und Forschungsergebnisse, sowie durch die Prognosen von Automobilherstellern definiert und hinterfragt wird. Was ist für eine Gesellschaft in den nächsten 10 Jahren von Bedeutung? Und wie können neu definierte Bedürfnisse an die Mobilität, gelöst werden? Das Projekt definiert eine mögliche Zukunftsperspektive auf das Auto. Wie es sich in seiner Funktion, seinem Nutzen und in seiner haptischen, sowie visuellen Wahrnehmung verändern könnte. Klar ist bereits, dass der Wunsch nach nachhaltigen Konzepten und Produkten in der Gesellschaft immer größer wird. Wie das Automobil diesem Bedürfnis nach kommen kann, wird einen großen Stellenwert in der Konzeptentwicklung einnehmen. Dafür werden recycelbare und/oder biologisch abbaubare Materialien definiert und in das Konzept eingearbeitet. Einen weiteren Fokus werden die neu definierten Nutzerbedürfnisse einnehmen, die sich durch neue technische Errungenschaften ergeben. Wie wird die Technik der Zukunft das Automobil verändert und welche Möglichkeiten könnten sich daraus ergeben? Zusätzlich soll das Auto der Ford Motor Company zugehörig sein. Die Designsprache sollte also erkennbar, zu der Identität der Firma passen.

3 WELCHE TRENDS BEEINFLUSSEN DIE MOBILITÄT DER ZUKUNFT

Was ist ein Trend überhaupt?

Bei Trends wird in Megatrends und Mikrotrends unterschieden. Ein Trend ist die Entwicklung in eine bestimmte Richtung. Es kommt vom Englischen und bedeutet so viel wie „in eine bestimmte Richtung laufen“ bzw. „drehen“ oder „wenden“. Das Wort beschreibt also die Entwicklung und Veränderung in allen Bereichen der Gesellschaft.

Megatrends sind übergeordnete Trends. Es handelt sich hierbei um langfristige Entwicklungen. Diese überdauern der Definition nach mindestens 50 Jahre. Sie betreffen alle Lebensbereiche. Sie sind überall auf der Welt zu beobachten und sie sind sehr komplex und vielschichtig.¹

Kleinere Trends werden den Megatrends untergeordnet und können teilweise auch mehreren Megatrends zugeordnet werden. Eine gute Übersicht darüber bietet das Zukunftsinstitut mit ihrer sogenannten „Megatrend-Map“². Daraus resultierend wurde eine Mobility-Trend-Trend Map³ entwickelt, auf der die nächste Abbildung basiert. Die Abbildung bietet eine gute Übersicht über alle Trends, welche die Mobilität beeinflussen. Hier ist zu erkennen, wie verschiedene Trends, mehreren Megatrends zugeordnet werden können. Die Trends beeinflussen und befruchten sich gegenseitig und fördern insbesondere technische Errungenschaften. Auswirkungen eines einzelnen Trends sind meist vielschichtiger als im ersten Blick erkennbar.

Die Trendentwicklung auf der Mobilität Trendübersicht resultiert aus verschiedenen Berichten der Fachpresse, Studien und Forschungsergebnissen.^{4,5,6,7}

Folgende Trends wurden am häufigsten genannt, genauer gesagt als stärkster Treiber der Mobilität definiert:

- **Urbanisierung**
- **Neo Ökologie**
- **Digitalisierung**
- **Gesundheit & Sicherheit**
- **Individualisierung**

Eine genaue Betrachtung und Analyse dieser Trends sind notwendig, um die Entwicklung der Mobilität für die Zukunft zu definieren. Die Auswirkungen der einzelnen Megatrends werden dabei immer mit dem Fokus auf Mobilität untersucht. Im Fokus steht zudem die Frage, wie sie das Privatfahrzeug beeinflussen.

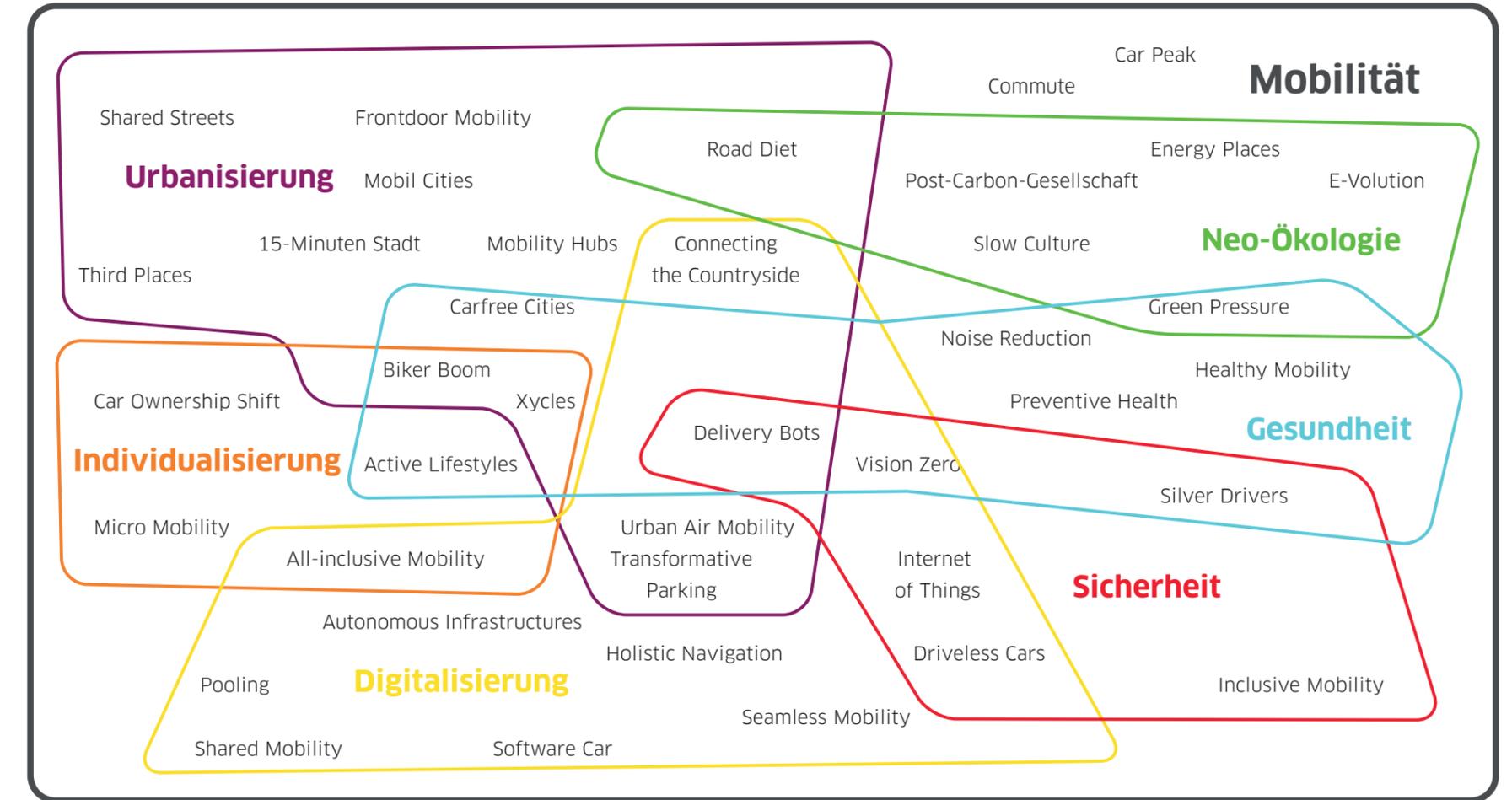


Abb.2: Mobilität Trendübersicht

3.1 URBANISIERUNG

Seit vielen Jahren verzeichnen Städte ein Bevölkerungswachstum.^{8,9} Mobilität in der Stadt ist für die Menschen von essenzieller Bedeutung. Eine flexible, schnelle, unkomplizierte Mobilität, bedeutet auch mehr Lebensqualität. Doch für viele Menschen ist der Verkehr in den Städten eher eine Belastung.

Die Städte sind von Autos überfüllt. Es ist laut, es herrscht Platzmangel und erhöhte Unfallgefahr. Daher ist es nicht verwunderlich, dass der Aufruf nach modernen, besseren und nachhaltigen Mobilitätslösungen für Städte groß ist. Die Fahrzeuge auf den Straßen in den Innenstädten müssen reduziert werden, damit der Verkehr flüssiger läuft, Emissionen verringern werden und die Lebensqualität in Städten sich verbessert.

3.1.1 Bikerboom

Eine der Maßnahmen zur Reduzierung des Stadtverkehrs ist der Ausbau der Radinfrastruktur. Immer mehr Menschen steigen auf das Rad, denn das Bewusstsein für einen gesunden und emissionsfreien Lebensstil steigt. Jedoch sind die Städte heutzutage für Autos gebaut und der Umbau der Städte ist zeitaufwendig und vor allem kostenintensiv. Allein in Deutschland werden „...insgesamt rd. 1,46 Milliarden Euro für die Förderung des Radverkehrs und den Ausbau der Radinfrastruktur bis 2023“ zur Verfügung gestellt.¹⁰ Laut dem Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur nutzen 80 % der Deutschen das Fahrrad und 55 % halten es für ein unverzichtbares Verkehrsmittel.¹¹ Die Menschen verzichten für kürzere Strecken auf das Auto und nutzen vermehrt das Fahrrad. Durch das E-Bike sind auch etwas längere Strecken kein Problem mehr. Zusätzlich werden hiermit auch ältere Menschen wieder dazu animiert Fahrrad zu fahren. Der Autover-

kehr nimmt in Städten immer weiter ab und der Fahrradverkehr steigt. Eine umweltfreundliche Verkehrslösung, die zusätzlich die Gesundheit fördert und den Straßenverkehr entlastet. Grund genug für die Städte das Angebot für Leihräder zu erhöhen.

3.1.2 Carsharing, Ridesharing & Ride-Hailing

Doch nicht nur das Fahrrad soll den Straßenverkehr entlasten. Carsharing ist mittlerweile jedem ein bekannter Begriff. Ein Auto, das von vielen genutzt wird. Das Konzept wird vor allem in der Stadt immer beliebter, besonders bei der jungen Generation. In den letzten 10 Jahren hat sich dieser Markt extrem entwickelt. (siehe Abb. 3) Aktuelle Zahlen zeigen, dass der Markt weiterhin wachsen wird. Dies fördert nicht nur die Entlastung

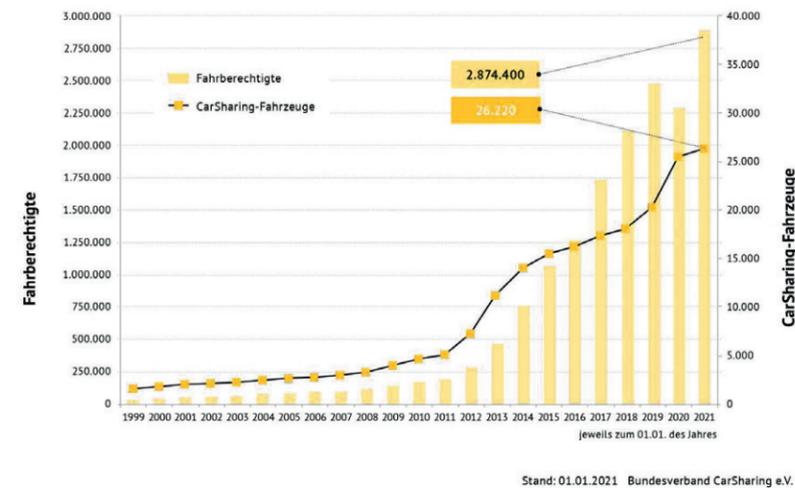


Abb.3: Marktentwicklung Carsharing

der Straßen, sondern auch die E-Mobilität, denn immer häufiger werden beim Carsharing E-Autos angeboten. Bereits heute sind 18,5 % aller Carsharing Fahrzeuge in Deutschland elektrische Fahrzeuge und Plug-in-Hybride.¹² Doch nicht nur Autos lassen sich teilen. Ridesharing beschreibt eine organisierte Fahrgemeinschaft. Freie Sitze werden von Nutzern besetzt, die in die gleiche Richtung müssen. Dies führt zu einer Senkung der Fahrtkosten sowie zur Senkung der Emissions- und Verkehrsbelastung. Ride-Hailing beschreibt den Service, von lokale Fahrer mit ihren Privatfahrzeugen, von Tür zu Tür gefahren zu werden. Dafür werden Plattformen wie Uber oder Lyft genutzt.

3.1.3 Öffentliche Verkehrsmittel

Ein weiteres Mittel zur Reduktion des Straßenverkehrs in den Innenstädten in Deutschland ist der Ausbau der öffentlichen Verkehrsmittel. „Die Mittel zur Förderung des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs wurden 2020 von bisher 332 auf 665 Millionen Euro verdoppelt. Ab 2021 sind die GVFG-Mittel (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetze) dann auf eine Milliarde Euro jährlich aufgestockt worden. Im Rahmen des Klimaschutzprogramms werden ab 2025 die Mittel 2 Milliarden Euro jährlich betragen.“¹³ Dies zeigt, dass der Staat, dem Problem der aufkommenden Mobilitätsnachfrage und dem Wunsch nach emissionsfreier Mobilität nach kommt. Menschen sollen also vermehrt Rad und ÖPNV nutzen, um sich in der Stadt fortzubewegen. Jedoch stellt sich die Frage, ob der Mensch, dafür auf sein Auto verzichten möchten. Da die Menschen selbst die Problematik erkannt haben und das Bewusstsein für eine nachhaltige Mobilität in Städten wächst, ist es sehr wahrscheinlich,

dass ein höheres und besseres Angebot für alternative Mobilität dazu führt, dass diese auch häufiger genutzt werden.

3.1.4 Coronapandemie

Aufgrund der momentanen Situation, der Coronapandemie, ist zu erwähnen, das Carsharing und ÖPNV einen starken Einbruch erlitten haben. Studien belegen das stärker auf das Privatfahrzeug oder das Fahrrad zurückgegriffen wurde.¹⁴ Das Privatfahrzeug ist also gerade in einer Pandemie eins der wichtigsten Fortbewegungsmittel. In ÖPNV und Ridesharing Konzepte werden vermehrt als unhygienisch wahr genommen. Dies muss nicht zwangsläufig nach der Pandemie immer noch so sein. Eventuell wird in den ÖPNV angeboten von nun an vermehrt auf die Hygiene geachtet. Allerdings zeigt es, dass die

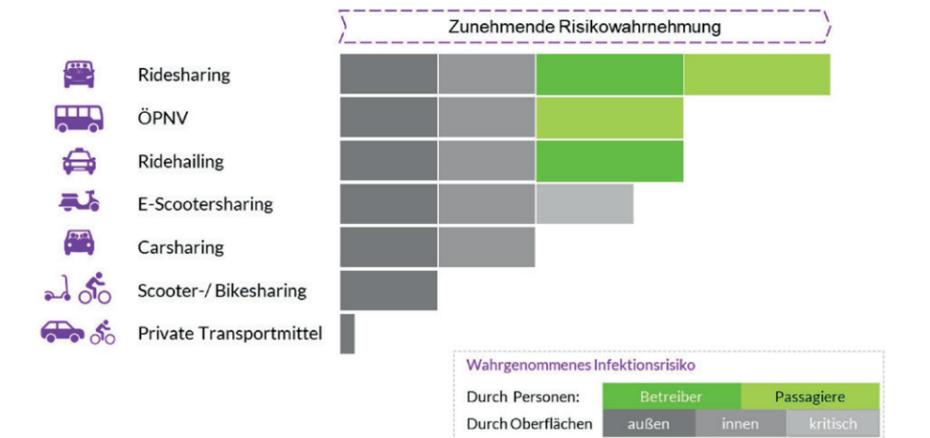


Abb.4: Vergleich des wahrgenommenen Risikos pro Transportmittel

Menschen sich im eigenen Fahrzeug immer noch am wohlsten und sichersten fühlen. (Abb.4)

3.1.5 Stadtbeispiele

Alle Ideen und Konzepte können jedoch teilweise nicht verhindern, dass die Straßen in Städten verstopft bleiben, stockender Verkehr, Staus und stärker werdende Belastung für die Umwelt sind die Folgen. Einige Städte reagieren mit besonderen Maßnahmen, um das Auto in der Stadt unattraktiv zu machen.

Paris limitiert die Geschwindigkeitsbegrenzung in der Stadt auf 30 km/h, dies soll die Lärmbelastung, die Umweltbelastung und die Unfälle reduzieren.¹⁵

China kämpft schon seit vielen Jahren mit dem Smog in den Innenstädten. Und reagiert teils mit drastischen Maßnahmen um diesen zu reduzieren. Zulassungen von Fahrzeugen mit Verbrenner Motoren müssen mitunter jahrelang auf ihre Zulassung warten und sind zudem kostenintensiv. Elektroautos werden schneller zugelassen und können gelegentlich kostenlos parken. China will ab 2030 keine Verbrenner mehr zulassen¹⁶.

Seit Februar 2018, darf in Singapur, nur ein neues Fahrzeug zugelassen werden, wenn ein altes still gelegt wird. Für die Zulassung muss ein Zertifikat vom Staat ersteigert werden (Certificate of Entitlement), welches den Fahrzeugbesitz und das Nutzen der Straßen erlaubt. Dieses gilt nur für 10 Jahre und kann mehr als 70.000 Dollar kosten.¹⁷

Ein weiteres Beispiel für die Vermeidung von Pkws in Innenstädten ist London. Dort gilt seit April 2019 die „Congestion Charge“ (London Innenstadtmaut)¹⁸. Die Einfahrt in die Innenstadt muss also bezahlt werden. Dies soll bewirken, dass die

Emissionen in der Stadt gesenkt werden und die Menschen umweltfreundlichere Verkehrsmittel und häufiger die öffentlichen Verkehrsmittel nutzen.

3.2 NEO-ÖKOLOGIE

Das Verhältnis von Mensch zur Umwelt ist aus dem Gleichgewicht. Umweltkatastrophen wie Fukushima, das Artensterben und vor allem anderen der Klimawandel, der sich unter anderem durch Flutkatastrophen oder lang anhaltende Hitzewellen, und Waldbränden bemerkbar macht, zeigt schmerzlich, dass wir nicht ökologisch sinnvoll mit unserer Umwelt umgehen.

Dies verdeutlicht, dass Natur- und Umweltschutz existenziell für unser Überleben auf diesem Planeten ist. Neo-Ökologie beschreibt also den Trend, ressourceneffizient und nachhaltig zu wirtschaften. Ein Trend der unausweichlich ist, denn handeln und wirtschaften wir weiter wie bisher, zerstören wir auf vorhersehbarer Zeit unsere eigene Lebensgrundlage. Die Gesellschaft muss lernen, gewissenhafter mit der Natur im Einklang zu leben.

Umweltbewusstsein und Umweltschutz sind essenziell für eine gute Lebensgrundlage für nachfolgende Generationen.

Ein Anliegen, das immer mehr von Bedeutung ist für die Weltgemeinschaft. Die Politik versucht Gesetze und Abkommen zu schließen, um die Klimakatastrophe einzudämmen. Die Proteste der Gesellschaft zu diesem Thema werden immer lauter und die Industrie ist gezwungen Maßnahmen zu ergreifen.

3.2.1 Politik

Seit Oktober 1994 ist der Umweltschutz im deutschen Grundgesetz verankert, der Tierschutz wurde später im August 2002 hinzugefügt, im Artikel 20a heißt es: „Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe

von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.“¹⁹

Dieser Artikel verpflichtet die deutschen Staatsorgane nicht direkt zu einem bestmöglichen Umweltschutz. Jedoch darf der Staat nicht völlig untätig bleiben. Er ist zur Ressourcenschonung im Sinne des Nachhaltigkeitsprinzips verpflichtet und er darf die Zerstörung von natürlichen Lebensgrundlagen nicht fördern.²⁰ Dies betrifft zwar nur Deutschland, jedoch kann man sagen das es glücklicherweise, mittlerweile ein weltweites Bestreben ist etwas für den Klimaschutz zu tun.

Im Dezember 2015 wurde das Pariser Abkommen beschlossen. Dessen Ziel ist es, die globale Erwärmung auf unter 2 Grad Celsius und wenn möglich auf 1,5 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu beschränken. Dies bedeutet, dass die Weltgemeinschaft in Zukunft klimaneutral wirtschaften und leben muss. Bis Mitte des Jahrhunderts wollen die Länder eine klimaneutrale Welt erreichen.^{21,22}

Es sind erhebliche finanzielle Mittel erforderlich, um dieses Ziel zu erreichen.

Laut UNFCCC (United Nations Framework on Climate Change) hat das Pariser Abkommen bereits CO₂-arme Lösungen und neue Märkte hervorgebracht. Weiter heißt es das immer mehr Länder, Regionen, Städte und Unternehmen CO₂-Neutralitätsziele festlegen. CO₂-Freie Lösungen werden in allen Wirtschaftssektoren wettbewerbsfähig, dieser Trend ist in den Sektoren Energie und Transport am deutlichsten und hat viele neue Geschäftsmöglichkeiten für Early Movers geschaffen.“²³

Aber, wie genau beeinflusst, die Politik nun die Mobilität in Bezug auf den Trend Neo-Ökologie?

3.2.2 CO₂-Emissionen

Der Trend beeinflusst, wie man sich vorstellen kann, alle Bereiche unserer Gesellschaft und wird uns sehr stark das nächste Jahrzehnt und wahrscheinlich noch viel länger beeinflussen. Ganz extreme Auswirkungen hat der Trend auf die Mobilität der Zukunft. Der Verkehr ist laut der Internetseite des Europäischen Parlament für „fast 30 % der gesamten CO₂-Emissionen der EU verantwortlich.“²⁴ Dabei haben alle Bereiche es geschafft, seit 1990 ihre Emissionen zu senken, außer der Bereich Verkehr (siehe Abb.5).

Der Gesetzgeber hat Abgasvorschriften für neu zugelassene Pkws verschärft, wodurch Motoren und Abgastechiken verbessert wurden. Zusätzlich verpflichtete er dazu, die Qualität des in den Verkehr gebrachten Kraftstoffes zu verbessern. Dies führte dazu, dass die Schadstoffe pro Personenkilometer gegenüber 1995 gesunken sind. Jedoch hebt der vermehrte Verkehr den Fortschritt wieder auf. Der Pkw-Verkehr ist laut Umweltbundesamt zwischen 1995 und 2019 um 20 % gestiegen. Weiter heißt es: „Die Umwelt- und Klimaentlastung im Personenverkehr kann letztlich nicht allein durch technische Verbesserungen am Fahrzeug erreicht werden. Diese Herausforderung kann nur in Kombination mit Maßnahmen wie einer Erhöhung der Verkehrseffizienz, einer sinkenden Verkehrsnachfrage oder einer veränderten Verkehrsmittelwahl gelöst werden.“²⁵

Dabei hat „die Europäische Kommission mit ihrer Strategie für ein klimaneutrales Europa das Ziel gesetzt, das europäische Mobilitätssystem bis zum Jahr 2050 zu dekarbonisieren, also emissionsfrei zu gestalten.“²⁶

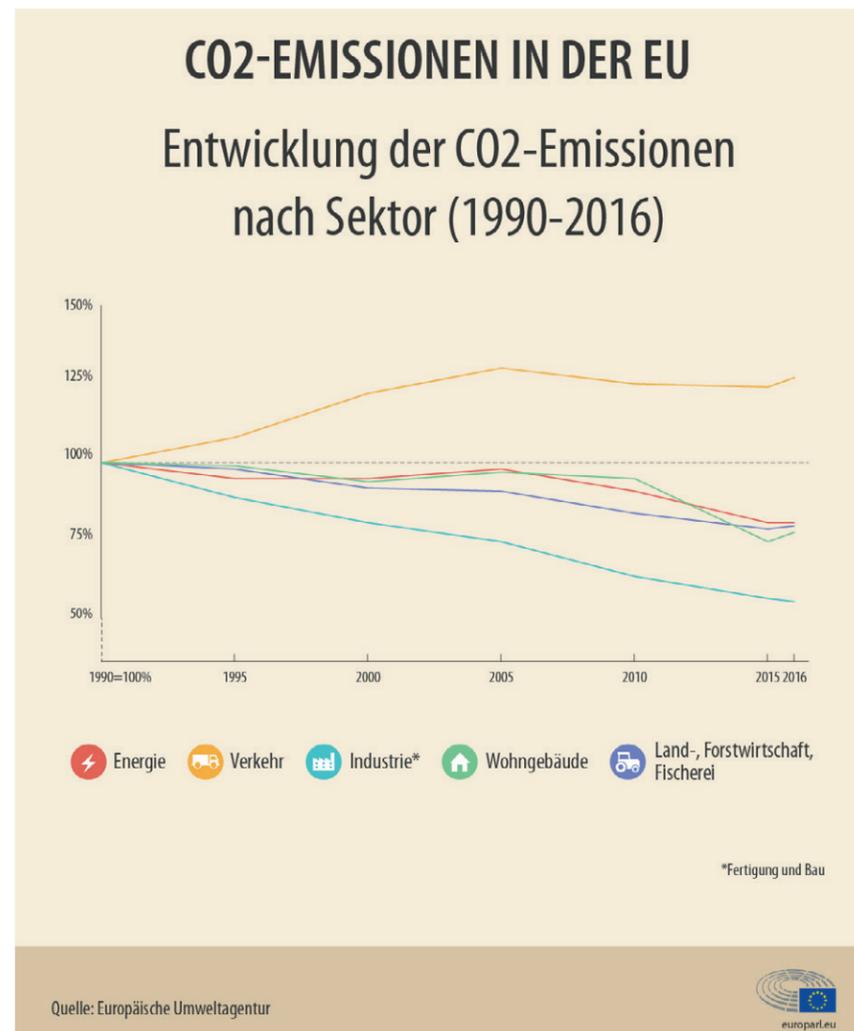


Abb.5: CO₂-Emissionen in der EU

Wie soll dieses Ziel erreicht werden? Die Strategie der Politik sieht Folgendes vor:

- Den Verkehr vermeiden, das bedeutet nötige Verkehrswege verkürzen durch bessere Siedlungs- und Produktionsstrukturen. Sowie die Auslastung der Fahrzeuge erhöhen. Also mehr Mobilität mit weniger Verkehr.
- Den Verkehr auf umweltverträgliche Verkehrsträger verlagern
- Die Energieeffizienz erhöhen
- Postfossile, treibhausgasneutrale Kraftstoffe und Strom nutzen

Wie bereits im Abschnitt „3.1 Urbanisierung“ erwähnt, fördert der Staat dafür den Ausbau der Radinfrastruktur und des öffentlichen Personalverkehrs.

Alle Länder weltweit haben Pläne Verbrenner zu verbieten. Die „Car-Ban-Map“ (siehe S.24 Abb.6) der Firma Berylls bietet hierfür eine Übersicht. Die Karte zeigt wie viele Autos 2019 in den einzelnen Ländern zugelassen wurden und ab wann die Länder planen auf emissionsfreie Fahrzeuge um zu steigen. Daraus resultiert, wie viele Fahrzeuge von einem Verbot betroffen wären. Die Karte zeigt nur Länder an, bei denen mehr als 50.000 Fahrzeuge betroffen sind. Das ambitionierteste Ziel hat Norwegen, die schon 2025 keine Verbrenner mehr zulassen möchte. Betroffen von dem Verbot wären nur 100.000 Neukäufe. China will erst 2060 endgültig Schluss machen mit dem Verbrenner. Hier werden jedoch auch 24.600.000 Fahrzeuge pro Jahr verkauft.^{27,28}

Für das Klima heißt es desto früher, desto besser. Doch bis sich E-Auto flächendeckend weltweit etabliert haben, ist es noch ein langer Weg. Helfen könnten die technologischen Entwicklungen im Bereich der Elektrobatterie, je effizienter die Technik wird, umso stärker wird der Verkauf von E-Autos angetrieben.

3.2.3 Elektromobilität und alternative Kraftstoffe

Die Elektromobilität wird allein in Deutschland extrem gefördert. Der Kauf eines Elektrofahrzeugs wird in Deutschland durch eine sogenannte „Innovationsprämie“ vom Bund bezuschusst.²⁹ Dadurch ist die Zahl der zugelassenen Elektrofahrzeuge im letzten Jahr allein in Deutschland von 136 617 auf 309 083 gestiegen³⁰

Natürlich soll die Infrastruktur dafür auch ausgebaut werden. „Mit 300 Millionen Euro fördert die Bundesregierung den Ausbau von Schnell- und Normalladepunkten. Das Ziel: Bis 2030 werden eine Million Ladestationen geschaffen.“³¹

Außerdem fördert die Bundesregierung die Forschung im Bereich Elektromobilität und hat bereits seit 2009 rund 3 Milliarden Euro für die Forschung und Entwicklung der Elektromobilität zur Verfügung gestellt.³² Zusätzlich heißt es im Regierungsprogramm Elektromobilität der Bundesregierung: „Daneben ist – und auch das gilt für alle Glieder der neuen Wertschöpfungskette der Elektromobilität – auf die nachhaltige Verwendung der Materialien zu achten. Elektromobilität muss dem Grundsatz der Nachhaltigkeit genügen. Deshalb müssen mit Blick auf Fragen der Rohstoffverfügbarkeit und Umweltverträglichkeit Verfahren zur Rückgewinnung von Materialien und Weiterverwendungskonzepte (Recycling) entwickelt und etabliert werden.“³³

MEHRERE NATIONEN WOLLEN VON KONVENTIONELL ANGETRIEBENEN AUTOS AUF EMISSIONSFREIE FAHRZEUGE UMSTEIGEN. DAMIT VERBUNDENE VERKAUFSVERBOTE BETREFFEN RUND DIE HÄLFTE DER WELTWEITEN AUTOZULASSUNGEN

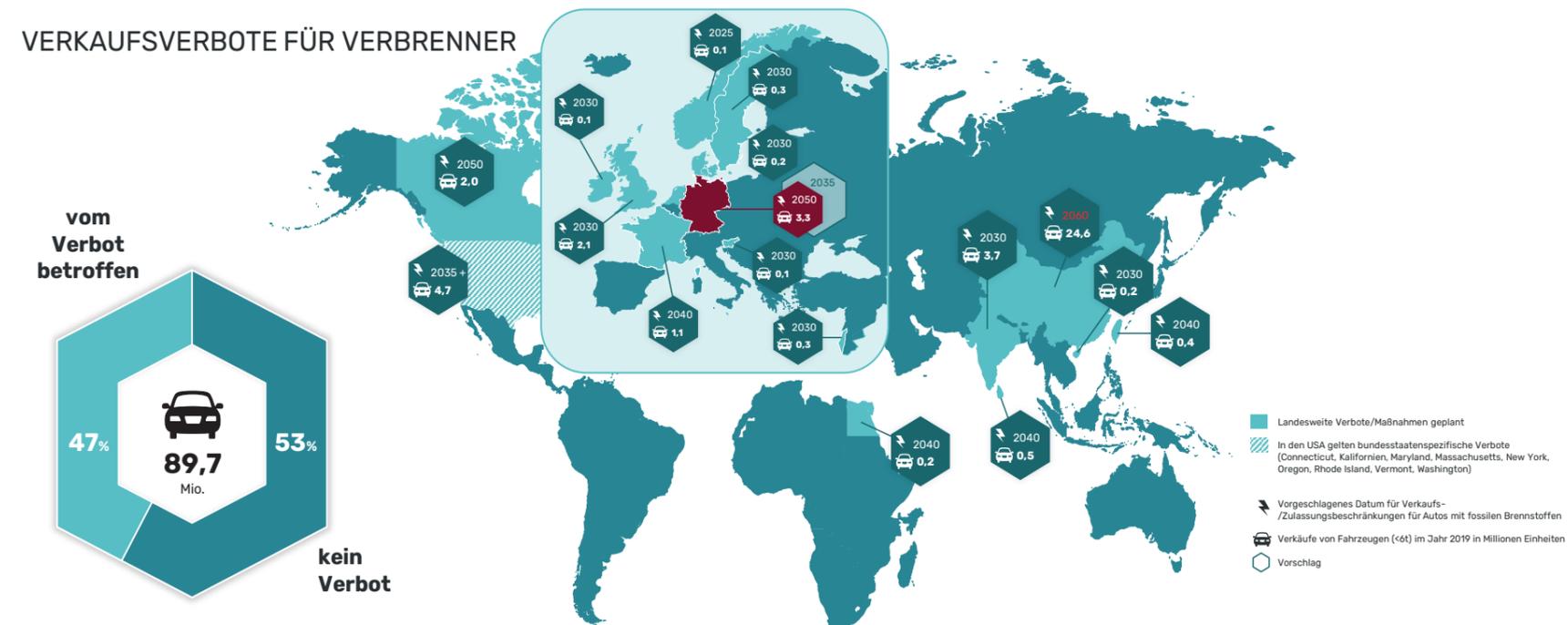


Abb. 6: Car-Ban-Map

Also auch die Nachhaltigkeit in der Produktion und der Wiederverwertbarkeit soll laut der Bundesregierung beachtet werden. Doch nicht nur Deutschland fördert die Elektromobilität. In China, der momentan weltweit größte Markt für Elektroautos, unterliegen E-Fahrzeuge weder Zulassungsbeschränkungen noch Fahrverboten, wie sie an manchen Tagen in chinesischen Metropolen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor gelten. Viele Anbieter und Kaufanreize fördern die Absätze. In den USA entfallen Bundessteuern und der Käufer eines Elektroautos hat Anspruch auf eine Bundesgutschrift. Aber auch andere Länder wie Norwegen (im ersten Quartal 2019 war fast jeder zweite Neuwagen in Norwegen ein E-Auto), Frankreich, Niederlande, England, Schweden, Italien und auch Rumänien fördern Elektroautos durch Kaufanreize wie steuerliche Vorteile, Abwrackprämien, Ökoboni und andere Förderungen. Hier ist ganz klar zu erkennen, dass die Elektromobilität im Fokus der Länder steht, denn alternative Kraftstoffe werden nicht ansatzweise so gefördert wie die Elektromobilität. Als Beispiel die Wasserstofftechnologie.

Laut VW, dem weltweit größten Volumenhersteller, sei die Wasserstofftechnologie nicht effizient genug für einen Pkw, ein E-Auto sei um ein Mehrfaches effizienter. Für die Herstellung von Wasserstoff sind große Mengen Strom erforderlich. Unter dem Strich liegt die Effizienz des Wasserstoffantriebs nur bei 25 bis 35 Prozent, das Batterieauto kommt demnach auf 70 bis 80 Prozent.³⁴

Elektroautos stehen jedoch in der Kritik, weil die Herstellung der Batterie sehr energieaufwendig sein soll.³⁵ Jedoch widerlegen aktuelle Studien diese These.³⁶

Fortschritte in der Technologie bei der Batterieherstellung und der verbesserten Nachhaltigkeits- und Recycling-Standards haben in den letzten Jahren die CO₂-Bilanz für die Herstellung der Batterien erheblich verbessert. Wird der Strom zur Herstellung der Batterien überwiegend aus erneuerbaren Energien bezogen, verbessert sich natürlich die CO₂-Bilanz. VW sagt sogar, dass sie den ID.3 komplett CO₂-neutral fertigen.³⁷ Im Rahmen einer ICCT-Studie wurde eine Lebenszyklusanalyse der Treibhausgas-Emissionen verschiedener Antriebssysteme und Kraftstoffarten durchgeführt. (Siehe Abb.7) Diese zeigt, dass die Lebenszyklus-Emissionen der BEVs (Battery Electric Vehicle) bereits heute 66-69 % niedriger ist als für vergleichbare Benzin-Pkw. Insofern der Strom allein aus erneuerbaren Energien gewonnen wird „erreichen BEVs bis zu 81 % niedrigere Lebenszyklus-Emissionen als Benzinfahrzeuge“³⁸ Die Statistik bestätigt ebenfalls das Wasserstoff, zumindest nach aktuellem Wissensstand, nicht die effizienteste Lösung ist für Pkws.

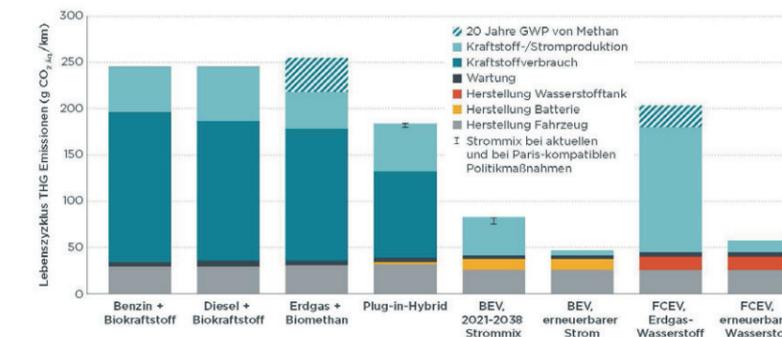


Abb. 7: Lebenszyklus-Treibhausgas (THG)-Emissionen

3.2.4 Zukunft der Batterietechnologie

Wie bereits erwähnt wird im Bereich Batterietechnologie viel Geld für Forschung ausgegeben. Batterien sollen in Zukunft leistungsstärker werden, dabei spielt die Energiedichte eine große Rolle, also wie viel Energie bei welchem Gewicht gespeichert werden kann. Außerdem sollen sich in Zukunft die Ladezeiten reduzieren. Dabei soll zusätzlich der Batterielebenszyklus verbessert werden. Batterien sollen ressourcenschonender hergestellt werden und der Wertstoffkreislauf muss vollständig geschlossen sein, um nachhaltige umweltschonende Batterien zu produzieren.³⁹ Die Batteriekosten sind ein weiterer wichtiger Faktor, denn sie bestimmen darüber, ob ein E-Auto wettbewerbsfähig ist zu einem Auto mit einem Verbrennungsmotor. Verschiedene Technologien zeigen vielversprechende Zukunftsvisionen für die Batterie von morgen.

SALD-Technologie – „Spatial Atom Layer Deposition“ ist eine Weiterentwicklung der heutigen Lithium-Ionen-Technologie. Das Verfahren erlaubt eine hauchdünne Nanobeschichtung. Durch dieses Verfahren entsteht eine bessere Leistungsfähigkeit. Mit dieser Art von Batterien soll eine Reichweite von weit über 1000 km möglich sein. Die neue Art von Akku wird frühestens 2022/23 auf den Markt kommen.⁴⁰

Natrium-Ionen-Technik – Diese Technologie wurde vom chinesischen Zulieferer CALT im Juli 2021 vorgestellt⁴¹ und soll bereits 2023 zur Massenerlieferung bereit sein. Diese Technik existiert schon länger, jedoch wurde sie jetzt erst im Zuge der Elektromobilisierung weiter entwickelt. Die größten Vorteile dieser Technik sind, dass auf teure und seltene Rohstoffe verzichtet werden kann. Die Batterie besteht aus Natrium, Mangan, Eisen,

Kohlenstoff und Stickstoff. Natrium ist mit einem Anteil an der Erdkruste von 2,36 % das sechsthäufigste Element. Und somit wäre diese Batterie nach Aussagen von CATL extrem nachhaltig, 100-mal günstiger als die momentan am häufigsten genutzte Lithium-Batterie und die Verarbeitung ist nicht so energieintensiv. Außerdem ist sie weniger brennbar, leistungsfähiger im Winter und besser schnellladefähig.⁴²

Eine weitere Technologie ist die Feststoffbatterie, dies ist eine Akkutechnologie, die schnelleren Ladezeiten und größere Reichweiten verspricht. Zusätzlich soll die Technologie die Batterie sicherer machen, denn sie hat keine flüssigen entzündlichen Bestandteile mehr.

Feststoffbatterie – Im Januar 2021 präsentierte der chinesische Autohersteller NIO ihre Limousine, den „ET7“. Diese verfügt über so eine solche Feststoffbatterie und soll bereits im ersten Quartal 2022 ausgeliefert werden. NIO gibt an, dass mit dieser Batterie eine Reichweite von 1000 km erreicht werden kann. Die Batterie hat eine Energiedichte von 360 Wh/kg.⁴³ Zusätzlich ist NIO eine der wenigen Firmen, die auf Batteriewechselstationen setzen. Der Akku wird also nicht im Auto aufgeladen, sondern gewechselt und dann wird der leere Akku in der Station geladen. Der Wechsel soll in Zukunft nicht länger dauern, als ein Tankvorgang bei einem Verbrenner, um ein schnelles Weiterfahren zu ermöglichen.⁴⁴ Auch VW setzt in Zukunft auf diese Form der Batterietechnologie.⁴⁵ Genauso wie der deutsche Automobilhersteller BMW.⁴⁶

Graphenakkutechnologie – Weitere vielversprechende Batterietechnologien ist die Graphenakkutechnologie. Diese soll laut dem Automobilhersteller GAC in dem neuen Fahrzeugmodell

Aion V verbaut werden und ab September 2021 in Produktion gehen. Der größte Vorteil dieser Batterie ist das Laden der Batterie auf 80 % in nur 8 Minuten.⁴⁷

Es finden sich viele Ansätze und Fortschritte zu neuen Batterietechnologien. Gerade in den letzten Jahren wurden hier extreme Fortschritte gemacht und laut der Industrie sind wir bei der Leistung, den Kosten und der Nachhaltigkeit noch lange nicht am Ende angekommen. Hier wurden lediglich einige der vielversprechendsten Technologien aufgeführt. Wenn man all der Industrie und Forschungsinstituten Glauben schenken mag, dann wird die Technologie in den nächsten 20 Jahren so weit voran schreiten, dass sich die Frage nicht mehr stellen wird, ob wir in Zukunft Verbrenner oder Elektroautos fahren. Denn dann werden wir mit einer Ladung, 1000 km weit fahren können und eine Batterie wird 1Millionen km Gesamtleistung erbringen.

3.2.5 Flugverkehr

Welchen Einfluss hat die Neo-Ökologie für den Luftverkehr? „Gegenwärtig ist der Luftverkehr für 2,8 Prozent aller CO₂-Emissionen weltweit verantwortlich.“⁴⁸ Der Luftverkehr ist unter den Transportmitteln der größte Klimasünder. Laut dem Umweltbundesamt verursacht der Inlands-Luftverkehr etwa 214 Gramm Treibhausgase pro Personenkilometer. Im Vergleich dazu verursacht eine Fahrt mit dem Pkw 154 Gramm pro Personenkilometer. Die Fahrt mit der Bahn hingegen verursacht nur 54 Gramm. (Siehe Abb. 8) Das zeigt, wie schädlich besonders Kurzstreckenflüge für die Umwelt sind.

„Der von Deutschland ausgehende Flugverkehr umfasst zwar nur 0,1 % der Wege und 17 % der Verkehrsleistung. Sein An-

teil an der Klimawirkung aber liegt bei 19 %.“(Umweltbundesamt, 2021: S.16)⁴⁹ Grund genug etwas dagegen zu tun! Laut dem Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft ist es langfristig das Ziel CO₂ frei zu fliegen, jedoch wird dies wohl erst in ferner Zukunft verfügbar sein.⁵⁰ Angesichts der Klimakrise sind schnelle Mittel zur Reduzierung der CO₂ Emissionen erforderlich. Da der Druck auf die Politik in Bezug auf den Umweltschutz immer größer wird, ist eine

Vergleich der durchschnittlichen Treibhausgas-Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland – Bezugsjahr 2019

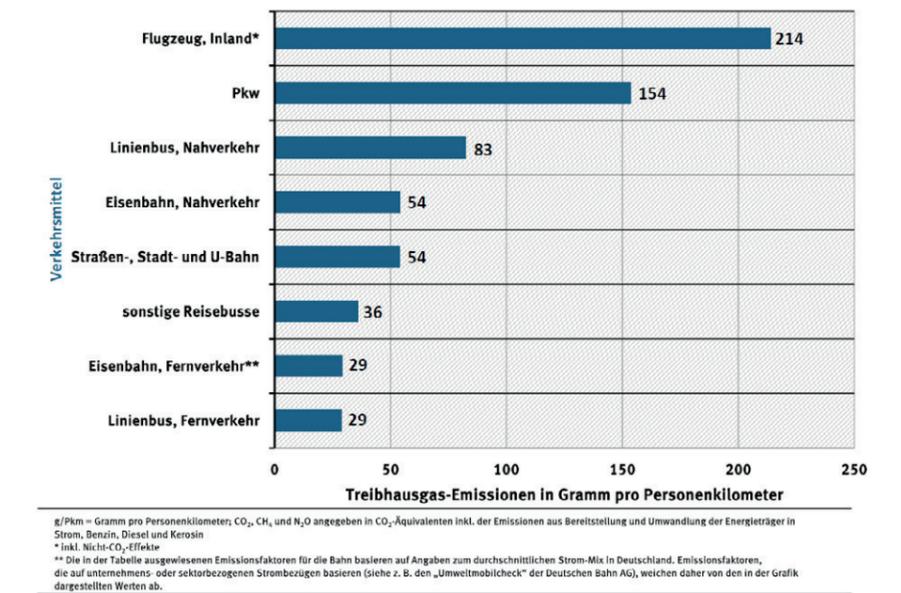


Abb.8: Vergleich durchschnittlichen Treibhausgas-Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland

Energie- oder CO₂-Steuer nicht abwegig. Dadurch könnte fliegen in Zukunft sehr viel teurer werden und Bahn fahren günstiger. Elektroautos könnten davon auch profitieren. Besonders sinnvoll wäre dies in Bezug auf die Inlandsflüge. Der WWF empfiehlt laut des Bericht „Der touristische Klima-Fußabdruck“⁵¹ Keine Flüge unter 700 km Entfernung, falls sich ein Flug nicht vermeiden lässt. Zusätzlich zu dem Problem der Treibhausgase kommt die Beeinträchtigung der Lebensqualität durch Verkehr- und Fluglärm. Nach einer Umfrage des Umweltbundesamtes im Jahr 2018 „fühlen sich 75 Prozent der Befragten in ihrem Wohnumfeld durch Straßenverkehr gestört oder belästigt. An zweiter Stelle der verkehrsbedingten Lärmbelastigungen steht der Luftverkehr: Der Fluglärm stört 42 Prozent der Bevölkerung.“⁵²

3.2.6 Gesellschaft

Umweltschutz ist schon lange in unserer Gesellschaft angekommen. Doch in den letzten Jahren scheint dieses Thema immer mehr Zuspruch bekommen zu haben und gewinnt in der Gesellschaft an Bedeutung. „Fridays for Future“ ist eine Bewegung, in der sich junge Menschen bemerkbar gemacht haben, um für den Umweltschutz zu protestieren. Sie beziehen sich bei Ihren Protesten auch auf das Pariser Abkommen von 2015 und fordert drastische Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. Es ist eine „globale soziale Bewegung ausgehend von Schülern und Studierenden.“⁵³ Am 15. März 2019 nahmen über 1,5 Millionen Menschen in 125 Ländern am Klimastreik „Fridays for Future“ teil. Sie kritisieren die Politik der Älteren und sagen, dass die Klimakrise ihre Zukunft riskiert. Hier wächst eine Generation

heran, für die Umweltpolitik scheinbar viel wichtiger ist als für die jetzige Generation. Bei der Frage, wie die Mobilität von morgen aussieht, ist dies ein wichtiger Faktor, der berücksichtigt werden muss. Laut der Studie „Shell PKW-Szenarien bis 2040“⁵⁴ besitzen jüngere Menschen eher selten ein Auto. Ab 25 steigt die Anzahl der Autobesitzer (siehe Abb.9), dies hat mehrere Gründe. Das Einkommen, das Bildungsniveau, der Haushaltstyp bzw. der Familienstand und die Wohnregion. Das Durchschnittsalter der Fridays for Future Bewegung liegt bei 25,8 Jahre. Über 50 % sind 14 bis 19 Jahre alt. Über 55 % streben eine Fachhochschulreife oder Abitur an oder haben diesen Abschluss schon.⁵⁵ Abgesehen davon das es ein besonderes Anliegen der Firma selbst sein sollte so emissionsarm wie möglich zu produzieren. Es ist ein weiterer wichtiger Faktor, dass die Generation, die jetzt heranwächst, in Zukunft auch viel Wert auf nachhaltige Produkte legt. In 15–20 Jahren ändern sich die Lebenssituation

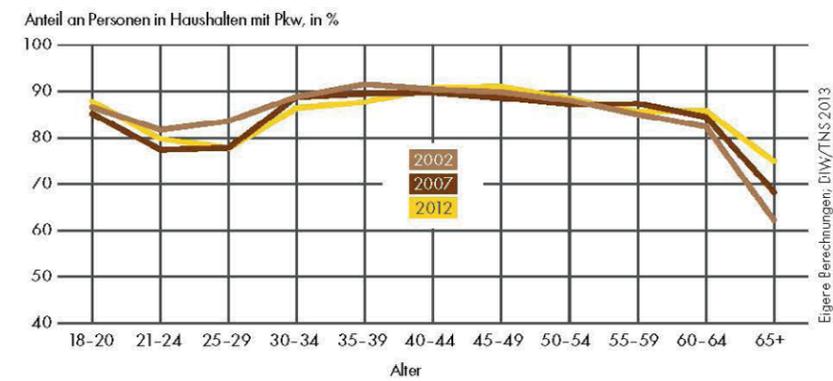


Abb.9: Anteil an Personen in Haushalten mit PKW, in %

dieser Menschen und die Wahrscheinlichkeit, das sie ein Auto besitzen steigt. Als Beispiel steigt das Bedürfnis nach flexibler Mobilität mit dem Familienstand. Eine Familie mit zwei Kindern will sich eher den Luxus eines Autos leisten als ein Single. Durch eine nachhaltige Produktion können Wettbewerbsvorteile geschaffen werden gegenüber Firmen, die darauf nicht so viel Wert legen. Statistiken zeigen das 65–70 % der Menschen grundsätzlich bereit wären mehr Geld für nachhaltige Produkte auszugeben.⁵⁶ Die Frage ist, ob sie auch mehr Geld für ein nachhaltig produziertes Fahrzeug ausgeben würden. Das Verhältnis zum Auto hat sich verändert und es wird sich noch weiter verändern. Die Rolle des Statusymbols hat das Auto schon lange nicht mehr. Immer weniger junge Menschen machen einen Führerschein. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen ist es nicht mehr so notwendig wie früher. Der starke Ausbau der öffentlichen Verkehrsmittel trägt dazu bei, dass man kein Auto mehr besitzen muss, um mobil zu sein. Autofahren ist insbesondere in der Stadt kein Erlebnis mehr, sondern viel mehr eine Last, ein weiterer Stressfaktor. Durch das steigende Umweltbewusstsein in der Gesellschaft steigt auch die Kritik an dem Verbrenner. Es wird viel mehr Überzeugungskraft notwendig sein, um eine nachhaltige Gesellschaft, von dem Mehrwert des Automobils zu überzeugen, selbst wenn dieser rein elektrisch fährt. Die Wirkung nach außen ist den Menschen auch in Zukunft wichtig. Das Auto ist kein Statusymbol mehr, sowie es früher einmal war. Der Blick auf das Auto ist nun viel kritischer, allein der Besitz eines Autos wird infrage gestellt. Die Marke und das Model sind viel mehr von Bedeutung. Ein SUV ist für die junge Generation teilweise ein NO-GO. Die Sinnhaftigkeit diese Fahrzeugklasse

wird infrage gestellt. Ein SUV-Fahrer gilt als Umweltsünder. Ein Fahrer eines Teslas wird hingegen als smarter, umweltbewusster Mensch wahr genommen. Mit dem Fahrzeug müssen positive Eigenschaften verbunden werden, es muss emotionalisieren und das wird nicht so einfach in Zukunft. Um die spätere Generation von Autokäufern zu überzeugen, muss es primär smart und nachhaltig sein. Eine Firma kann in Zukunft durch Transparenz überzeugen. Eine ressourcenschonende Herstellung und eine umweltbewusste Auswahl an Materialien, kann dazu beitragen als eine vorausschauende umweltbewusste Marke wahr genommen zu werden. „Es gibt kaum Zweifel daran, dass ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Unternehmen einen Vorteil in Bezug auf Käufer und andere Interessenvertreter entwickelt. Für Kunden ist Nachhaltigkeit ein sehr wichtiges Thema.“ (Parment 2016:145)⁵⁷

3.2.7 Materialien

Somit hat die Neo-Ökologie auch einen Einfluss darauf, welche Materialien in Zukunft verwendet werden. Ein Produkt insgesamt nachhaltig zu gestalten, ist in vielen Fällen sehr viel teurer als eine Herstellung mit herkömmlichen Materialien. Da nachhaltige Materialien momentan noch eine Nische bedienen und selten für die Massenproduktion ausgelegt sind. Doch es wird viel in diese Richtung geforscht und entwickelt. Eine Firma wird als positiv wahr genommen, wenn sie recycelte oder biologisch abbaubare Materialien verwendet. Dies kann zu einem Wirtschaftsvorteil führen. Außerdem sollte darauf geachtet werden, das die Materialien, wenn möglich, in der näheren Umgebung produziert werden, um unnötige Transportwege zu vermeiden.

3.3 DIGITALISIERUNG

Der Megatrend Digitalisierung umfasst viele Bereiche unseres Lebens. Digitale Infrastrukturen verändern die Art wie wir Leben, Arbeiten, uns fortbewegen und vor allem wie wir miteinander kommunizieren. Die Verbreitung digitaler Technologien und Services macht die Welt kleiner und schneller. Die technische Entwicklung vollzieht sich rasant und niemand kann genau sagen, wo die Grenzen dieser technischen Entwicklung sind.

Welchen Einfluss hat die Digitalisierung auf unsere Mobilität? Durch Digitalisierung wird die Fortbewegung zu „Smart Mobility“. Echtzeit-Verkehrsinformationen können jederzeit abgerufen werden. Shared Mobility wird besonders in Städten immer präsenter. Seamless Mobility, also eine nahtlos abgestimmte Mobilitätskette, von verschiedenen Mobilitätsangeboten wird durch die Digitalisierung erst möglich.

„Die verbesserte Erfassung von Mobilitätsdaten und deren gezielte Verwendung für die Verkehrslenkung liefern einen wichtigen Beitrag zur besseren Nutzung vorhandener Verkehrsangebote bzw. -infrastruktur.“ (Parment 2016:18).⁵⁸

Wie schon im Megatrend Urbanisierung erwähnt wird das Car-sharing immer mehr genutzt, doch möglich wird dies erst durch die digitale Vernetzung. Bei einem der vielen Car-Sharing Anbieter anmelden, Fahrzeug buchen und losfahren, heute ganz einfach. Die Fahrzeuge haben sich schon im Stadtbild integriert und sind gerade dort sehr sinnvoll. Des Weiteren kann durch Apps wie beispielsweise BlaBlaCar⁵⁹ eine Mitfahrgelegenheit angeboten werden. Der Fahrer bietet einen Sitzplatz für eine bestimmte Strecke an und dieser kann von einer Person in Anspruch genommen werden. Gerade für die jüngere Generation die kein Auto besitzen eine sinnvolle Alternative. Es spart dem

Fahrer sowie dem Mitfahrer Kosten und durch das Teilen eines Fahrzeugs werden Emissionen eingespart. Fahrgemeinschaften gibt es wahrscheinlich schon so lange wie es das Auto gibt, jedoch war es noch nie so einfach wie heute sich auch ohne den Besitz eines Fahrzeugs fortzubewegen. Diese Angebote reduzieren natürlich den Bedarf an Fahrzeugen insgesamt. Wie kann die Automobilindustrie den Nutzer davon überzeugen, dass ein eigenes Fahrzeug sinnvoll ist, wenn er doch zu jederzeit sich ein Fahrzeug oder eine Mitfahrgelegenheit buchen kann?

Die Automobilfirma Sono Motors bietet beispielsweise beim Kauf eines ihrer vollelektrischen Fahrzeugs eine App an. Mit der App ist es möglich sein Fahrzeug zu teilen oder eine Mitfahrgelegenheit anzubieten. So spart der Käufer Kosten und fördert eine emissionsfreie Mobilität. Sogar der produzierte Strom, der über die integrierten Solarmodulen gewonnen wird, kann mit anderen geteilt werden.⁶⁰ Eine intelligente Lösung, die dem Megatrend Neo-Ökologie zugeordnet werden kann. Jedoch nicht möglich wäre ohne die einfache, digitale Vernetzung von heute.

3.3.1 Automatisierte Systeme

Die Digitalisierung hat nicht nur Einfluss darauf, wie wir uns fortbewegen, sondern auch Einfluss auf die Fortbewegungsmittel selber. Erst der technische Fortschritt machte viele Assistenzsysteme in Autos möglich. Als Beispiel ist hier die elektronische Steuerung der Zündung und Einspritzung in Verbrennungsmotoren, das ABS (Antiblockiersystem), ESC (Electronic Stability Control), ASR (Antriebsschlupfregelung), BAS (Bremsassistent), die Berganfahrhilfe, die Start-Stopp-Automatik oder auch das Schließ- und Sicherheitssystem zu nennen. In den letzten Jah-

ren haben sich immer mehr automatisierte Fahrassistenzsysteme etabliert wie die Einparkhilfe, die automatische Abstands- und Spurhaltung sowie die Verkehrsschilderkennung. Moderne Assistenzsysteme entlasten den Fahrer und erhöhen die Sicherheit. Die vollständige Kontrolle über ein Fahrzeug an Fahrassistenzsysteme abzugeben, also das autonome Fahren, ist in der Automobilindustrie der nächste große Meilenstein.

Das automatisierte Fahren wird in 5 Stufen aufgeteilt (siehe Abb. 10) :

Stufe 0 - Bedeutet keine Unterstützung durch das Fahrzeugsystem

Stufe 1: Assistiertes Fahren – Der Fahrer hat die volle Kontrolle über das Fahrzeug und muss dauerhaft den Verkehr im Blick behalten. Nur einzelne Assistenzsysteme unterstützen bei bestimmten Fahraufgaben.

Beispiel: Tempomat regelt die Geschwindigkeit und der Abstandsregeltempomat bremst oder beschleunigt das Fahrzeug. Die Spur muss der Fahrer selbst einhalten.

Stufe 2: Teilautomatisiertes Fahren – Der Fahrer hat die volle Kontrolle über das Fahrzeug und muss dauerhaft den Verkehr im Blick behalten. In bestimmten Anwendungsfall übernimmt das Fahrzeug die Kontrolle.

Beispiel: Das Fahrzeug bremst und beschleunigt und hält gleichzeitig den Wagen in der Spur. Auch das automatische Einparken zählt zu Stufe 2.

Stufe 3: Hochautomatisiertes Fahren – Der Fahrer darf sich unter vom Hersteller vorgegebenen Situationen, temporär vom Verkehr und seiner Fahraufgabe abwenden. Auf Anforderung muss der Fahrer potenziell in der Lage sein, das System zu übernehmen. Beispiel: Das Fahrzeug bewältigt eine bestimmte Fahraufgabe, wie das Fahren auf der Autobahn von selbst und der Fahrer kann währenddessen ein Buch lesen. Wird vom System ein Problem erkannt, muss der Fahrer umgehend das Steuer übernehmen.

Stufe 4: Vollautomatisiertes Fahren - Das Fahrzeug übernimmt die komplette Fahrzeugführung auf bestimmten Strecken und der Fahrer wird dort zum Passagier. Das Auto darf unter bestimmten Voraussetzungen auch ohne Passagiere fahren. Das System erkennt Probleme so rechtzeitig, dass regelkonform ein sicherer Zustand erreicht werden kann. Während der voll automatisierten Fahrt haftet nicht der Passagier. Beispiel: Während der Fahrt auf der Autobahn kann der Fahrer schlafen, da er nicht kurzfristig in der Lage sein muss, in das System einzugreifen. Nach der Autobahnfahrt muss der Passagier wieder das Steuer übernehmen, ist er dazu nicht in der Lage fährt das Auto in einen sicheren Zustand.

Stufe 5: Autonomes Fahren – Das Fahrzeug bewältigt alle Verkehrssituationen von allein. Es gibt keine Fahrer mehr, nur noch Passagiere. Beispiel: Die Bewältigung einer kompletten Strecke wird vom Fahrzeug übernommen. Alle Verkehrssituationen, Verkehrskreuzungen, Stadt oder Landfahrten sowie das Verhalten im Notfall wird vom Fahrzeug übernommen.

3.3.2 Gegenwärtige Situation

Laut dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) soll Deutschland „...eine Führungsrolle beim autonomen Fahren einnehmen.“⁶¹ Forschung und Entwicklung soll vorangetrieben werden, damit die Zukunft vielseitiger, sicherer, umweltfreundlicher und nutzerorientierter gestaltet wird. Nach momentaner Gesetzeslage dürfen seit dem 21. Juni 2017 automatisierte Systeme der Stufe 3 unter bestimmten Voraussetzungen Fahraufgaben übernehmen. Hierbei sind die Fahrer*innen weiterhin notwendig, welche sich im automatisierten Modus vom Verkehrsgeschehen abwenden darf.

Auf UN-Ebene ist das Spurhaltesystem (ALKS - Automated Lane Keeping System), das der Stufe 3 zuzuordnen ist, bis 60 Km/h auf Autobahnen erlaubt. Des Weiteren wird aktuell an einer Erweiterung der Regelung für das ALKS gearbeitet. Dabei ist das Ziel eine Geschwindigkeitserweiterung bis 130 km/h und die Spurwechselfähigkeit des Systems zu ermöglichen.

In einem Gesetz, das seit dem 28. Juli 2021 in Kraft getreten ist, heißt es:

„Nach geltendem Recht können autonome Kraftfahrzeuge im öffentlichen Verkehr betrieben werden, sofern diese Fahrzeuge und deren jeweilige Betriebsbereiche für die jeweiligen Fahrzeuge durch die zuständigen Behörden genehmigt worden sind.“⁶²

Somit ist das Autonome fahren der Stufe 4 in bestimmten Betriebsbereichen bundesweit im öffentlichen Straßenverkehr gesetzlich erlaubt.

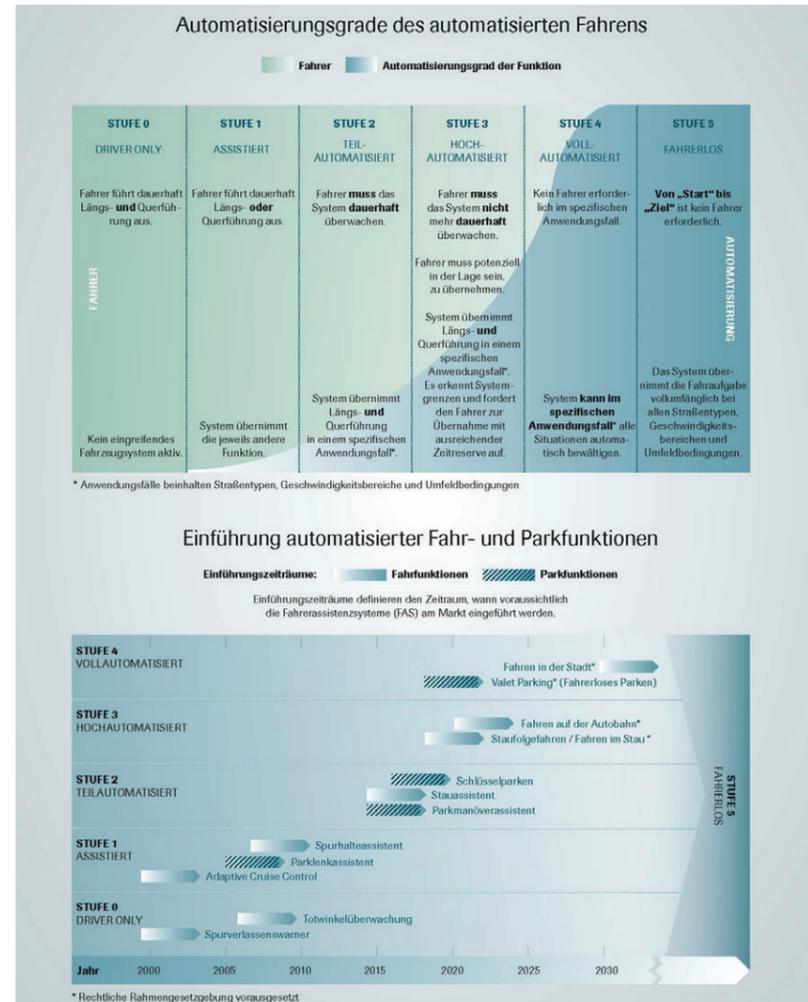


Abb.10: Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens & Einführung automatisierter Fahr- und Parkfunktionen

3.3.3 Einführung automatisierter Systeme

Für die Fahrer*innen ist es sehr ungewohnt, die Kontrolle abzugeben und sich auf das System des Fahrzeugs zu verlassen. Wie lange die Einführung solcher Systeme dauert kann, ist auf der Abbildung 11 zu erkennen. Es erfordert Akzeptanz und Vertrauen, welches sich verständlicherweise erst über mehrere Jahre der unfallfreien Zeit entwickeln muss, bevor diese Systeme in der breiten Masse angenommen werden.

Dem Bericht „Automatisierung von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren“ des VDA⁶³ zufolge, gilt das Einführen des automatisierten Fahrens der Stufe 4 ab 2030 als realistisch.

Aus einem Diskurs der Friedrich-Ebert-Stiftung geht hervor, dass rein technologisch, das Fahren auf kreuzungsfreien Bundesstraßen und Autobahnen, heute schon umsetzbar wäre und zur Verkehrssicherheit beitragen könnte. Dagegen sei die Vision des voll automatisierten Fahrens in urbanen Regionen umstritten.

Eine weitere Studie „Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte“ von der Firma Prognos⁶⁴ besagt, dass automatisiertes Fahren laut pessimistischer Prognosen auf Autobahnen ab 2025 möglich wäre. Der Anteil der automatisiert erbrachten Fahrleistung auf Autobahnen im Jahr 2050, wird im pessimistischen Szenario fast 30 % ausmachen. Im optimistischen Szenario sogar über 40 %.

Diese Studien legen nahe, dass voll automatisiertes Fahren der Stufe 4 zumindest auf Autobahnen in naher Zukunft sehr realistisch erscheint. Wann genau ist schwer zu sagen, dies hängt zum einen davon ab, wie schnell die technologische Entwick-

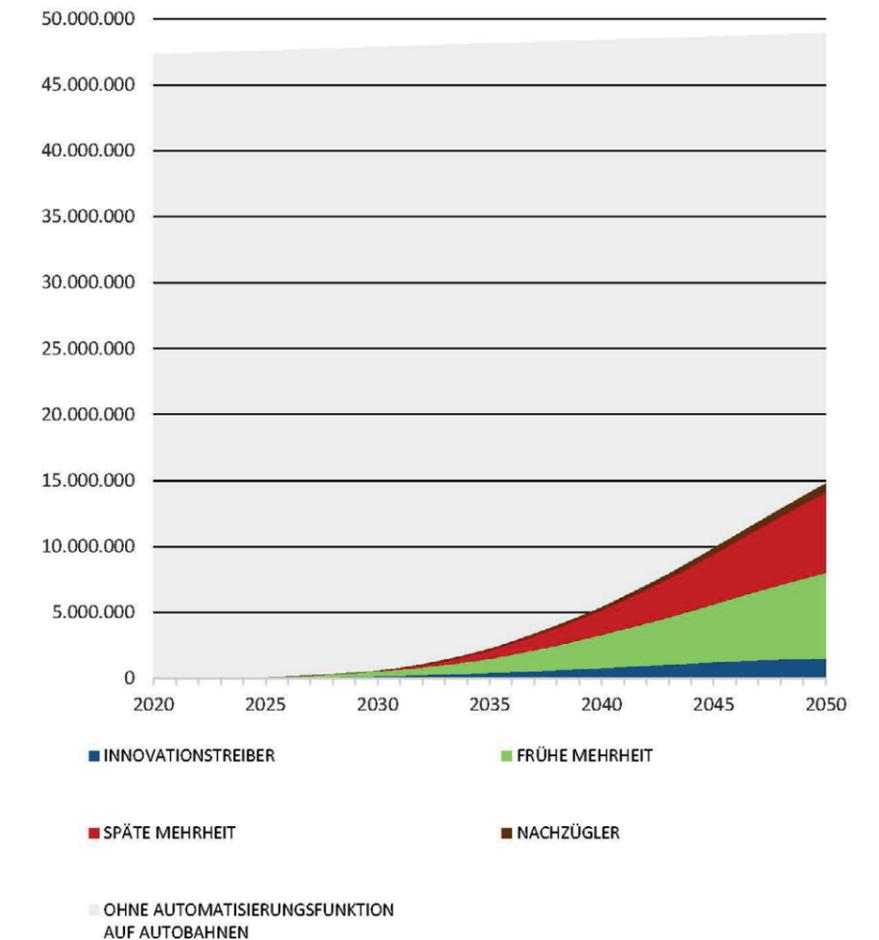


Abb.11: Fahrzeuge mit Automatisierungsfunktion auf Autobahnen: Pessimistisches Szenario

lung voran schreitet, um eine einwandfreie Sicherheit zu gewährleisten und zum anderen ist es abhängig von der Akzeptanz der Nutzer*innen.

Das autonome Fahren der Stufe 5 hingegen wird häufig als schwer umsetzbar bezeichnet und erst sehr viel später als realistisch angesehen.

3.3.4 Car-2-x

Jedoch könnten primär in der Stadt autonome Fahrzeuge zur Entlastung des Verkehrs beitragen.

Der Pkw-Bestand ist in den letzten Jahren immer mehr gestiegen und wird voraussichtlich auch in Zukunft weiter steigen.⁶⁵ Durch einen optimierten Verkehrsfluss entstehen weniger Staus und das führt wiederum zu einer geringeren CO₂-Belastung. Durch die Digitalisierung und das Autonome fahren wird auch die digitale Verkehrsinfrastruktur weiter entwickelt und verbessert. Dies nennt sich Car-2-X. Damit können Fahrzeuge innerhalb von wenigen Millisekunden mit anderen Verkehrsteilnehmern oder mit ihrer Umwelt kommunizieren. Beispielsweise mit smarten Ampeln. So kann unnötiges beschleunigen oder bremsen reduziert werden. Der Verkehr läuft flüssiger und effizienter. Außerdem kann es vor Unfallstellen oder dem Stauende warnen. Wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug stark auf die Bremse tritt, wirkt sich dies auf die dahinterliegenden Verkehr aus. Verkehrsteilnehmer werden umgehend informiert, sodass die Geschwindigkeit rechtzeitig gedrosselt werden kann. So kann das Car-2-X System den Verkehr verbessern.

3.3.5 Verkehrssicherheit durch Assistenzsysteme

Eines der obersten Ziele sollte es sein, den Straßenverkehr so sicher wie möglich zu machen.

Die Digitalisierung ermöglicht die Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Assistenzsysteme, die den Fahrer auf Fehlverhalten aufmerksam machen oder ins Fahrgeschehen eingreifen können. Einige Fahrassistenzsysteme haben sich bereits heute etabliert und es werden stetig neue entwickelt. Bereits eingeführten Fahrassistenzsysteme, wie beispielsweise Abstandsregeltempomat oder Auffahrkollisionswarnung, haben gezeigt, dass sie das Autofahren erheblich sicherer machen können. Teilweise sind diese Systeme so gut, dass darüber diskutiert wird, sie verpflichtend in Fahrzeuge einzubauen. Doch dazu mehr in der Analyse der Megatrends Gesundheit und Sicherheit.

3.4 GESUNDHEIT & SICHERHEIT

Gesundheit und unsere Sicherheit sind für uns Menschen von besonderer Bedeutung. Doch ein gesunder Lebensstil ist für viele Menschen schwer einzuhalten. Gesunde Ernährung, möglichst wenig sitzen und viel bewegen. Wir sollten Stress möglichst vermeiden, stattdessen sollten wir uns viel Ruhe und Erholung gönnen. Achtsam mit seiner Lebenszeit umgehen, um möglichst lange und gesund zu leben ist das Ziel. Jedoch sieht die Realität oft anders aus.

Die Digitalisierung hat auch Nachteile, denn wir sind immer und überall erreichbar. Dies führt zu psychischen Stress und durch das Nutzen des Handys während der Autofahrt gefährden wir uns und unsere Mitmenschen. Laut „BE SMART – Die bundesweite Verkehrssicherheitskampagne gegen Ablenkung am Steuer durch das Smartphone“ heißt es: „100.000 Zusammenstöße pro Jahr, 500 Tote und 25.000 verletzte Verkehrsteilnehmer: Das ist Deutschlands traurige Bilanz in Bezug auf Unfälle, verursacht durch das Handy am Steuer.“⁶⁶

Das vermehrte Homeoffice in den letzten zwei Jahren der Pandemie macht unseren Rückzugsort zum Arbeitsplatz. Sind wir nicht im Homeoffice, müssen wir sofort morgens auf die überfüllten Straßen, sind wir zu spät losgefahren, stresst der Verkehr umso mehr. Um noch pünktlich zur Arbeit zu kommen, fahren wir zu schnell oder machen gefährliche Manöver, um die ein oder andere Minute herauszuholen. Müde und eventuell noch gestresst von der Arbeit fahren wir nachmittags wieder durch hupenden Stadtverkehr oder durch Staus auf der Autobahn nach Hause. Laut ADAC fühlt sich jeder Zweite durch den Straßenverkehr gestresst.⁶⁷ Durch erhöhten Stress steigt die Unfallgefahr. Laut einer „Mobilitätsumfrage des Umweltbundesamtes 2017“,

legt der Arbeitnehmer für die Wegstrecke zur Arbeit durchschnittlich 33 km zurück und benötigt dafür 43 min.⁶⁸ Das bedeutet, wir sitzen alleine unter der Woche durchschnittlich mehr als 7 Stunden im Auto. Nicht nur Lebenszeit, die wir besser nutzen könnten. Sondern auch Zeit, die uns im schlimmsten Fall psychisch belastet. Leben wir in der Stadt müssen wir zusätzlich lange nach einem Parkplatz suchen. Laut einer Studie der Firma INRIX von 2017 verschwenden die Deutschen 41 Stunden im Jahr bei der Parkplatzsuche.⁶⁹ Zusätzlich verschwenden wir dabei Kraftstoff und belasten die Umwelt. Kommen wir Zuhause an, besorgen wir unser Essen am Schnellimbiss um die Ecke, um noch etwas vom Tag zu haben.

Vielleicht sieht ein Tagesablauf nicht bei jedem so aus, sicher ist jedoch das unser Lebensstil immer Stressiger geworden ist und unsere Gesundheit darunter leidet.

Wie kann die Mobilität zu einem stressfreien, gesunden und Lebensstil beitragen und gleichzeitig den Verkehr sicherer machen? Das autonome Fahren könnte in Zukunft sehr viel dazu beitragen.

3.4.1 Verkehrssicherheit

Wie sich zeigt, tragen bereits die eingeführten Fahrassistenzsysteme zu einer höheren Sicherheit im Straßenverkehr bei.

„Wenn 51 Prozent der Pkw auf der Autobahn den Abstandsregeltempomat und die Auffahrkollisionswarnung eingeschaltet haben, werden die kritischen Situationen 32 bis 82 Prozent reduziert.“ (VDA 2015: S.8) So geht es aus der Studie „**Automatisierung** - Von Fahrerassistenzsystemen um automatisierten Fahren“ vom Verband der Automobilindustrie⁵⁷ hervor. Wie viel

sicherer der Verkehr nur durch diese zwei Assistenzsysteme sein kann, zeigt die Abbildung 12.

Die Zahl der Verletzten im Straßenverkehr und der Verkehrstoten ist in den letzten Jahren gesunken, obwohl sich die Summe der zurück gelegten Strecken aller Fahrzeuge erhöht hat. Ein Grund dafür ist, dass Autos mit den Jahren immer sicherer geworden sind. Die Fahrerassistenzsysteme tragen mit dazu bei, den Verkehr sicherer zu machen. Der ADAC plädiert sogar dafür, einige Assistenzsysteme verpflichtend einzuführen oder würde

diese Maßnahme zumindest begrüßen. Als Beispiel halten sie die Einführung der automatischen Notbremsysteme (AEBS) für unerlässlich. Dieses System erkennt einen möglichen Zusammenstoß und kann das Abbremsen veranlassen, um einen Zusammenstoß abzumildern oder ihn im besten Fall zu verhindern. Die folgenden Assistenzsysteme würde der ADAC die verpflichtende Einführung begrüßen: Abbiegeassistent, Notbremslicht und Rückfahrassistent. Es gibt noch viel mehr Assistenzsysteme und alle können den Straßenverkehr sicherer machen. Durch die Entwicklung solcher Systeme kommen wir dem sicheren Autonomen fahren immer näher. Die Ethikkommission für automatisiertes und vernetztes Fahren hat Regeln für den automatisierten und vernetzten Fahrzeugverkehr beschlossen, in diesen heißt es unter anderem: „Die Zulassung von automatisierten Systemen ist nur vertretbar, wenn sie im Vergleich zu menschlichen Fahrleistungen zumindest eine Verminderung von Schäden im Sinne einer positiven Risikobilanz verspricht.“⁷⁰ Solange das System also nicht besser ist als der Mensch, wird es nicht eingeführt.

3.4.2 Gesundheit fördern

Offensichtlich bietet autonomes Fahren mehr Komfort und psychische Entlastung. Ein autonomes System kann wesentlich zur Stressminderung im Alltag beitragen. Die Folgen von Stress sollte hierbei nicht unterschätzt werden. Zu viel Stress kann unter anderem zu Schlafstörungen, Konzentrationsschwierigkeiten, Verspannungen und hoher Infektionsanfälligkeit führen. Im schlimmsten Fall kann es auch zu ernsthaften Erkrankungen wie etwa Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Magen-Darm-

Erkrankungen oder Depressionen führen und somit die unsere Lebenszeit verkürzen.⁷¹

Stress kann unter anderem durch Zeitdruck und schlechte Zeitplanung ausgelöst werden. Hektik, Ärger und Ängste sind bekannte Stressfaktoren. Gehen wir einmal davon aus, dass sich das Autonome fahren der Stufe 4 auf Autobahnen etabliert hat. Auf dem Weg zur Arbeit beispielsweise kann die Zeit ganz anders genutzt werden. Sie können die Zeit effektiver nutzen, indem sie E-Mails beantworten oder sich für eine anstehende Präsentation vorbereiten. Sie können aber auch ein Buch lesen oder sich einfach zurücklehnen und entspannen.

Ford hat auf der IAA 2021 in München das „Mindfulness Concept-Car“ vorgestellt. Das bereits heute dazu genutzt werden kann, um Stress während der Fahrt und in den Fahrpausen zu reduzieren.⁷² Dieses Konzept beinhaltet unter anderem die Funktion, die Vitalwerte des Fahrers zu überwachen und bei Bedarf darauf zu reagieren. Spezielle Stellmotoren im Fahrersitz stimulieren die Atmung und den Herzschlag in Stresssituationen. Zusätzlich kann sich das Licht und die Musik ändern, um zu einem entspannten Gemütszustand beizutragen.

Außerdem sorgt das Auto für erfrischende Pausen und erholsame Momente durch eine Kurzschlaffunktion mit einer „Akustischen Hirnstimulation“, wie es die Firma nennt. Stressreduzierung ist also heute schon ein Thema in der Automobilbranche. In Zukunft müssten für einen Powernap nicht mehr angehalten werden, sondern die Erholung findet während der Fahrt statt. Durch führerlose Fahrzeuge können sich auch Personen ohne die Fähigkeit zum Führen eines Fahrzeugs, eine aktive Teilnahme am Straßenverkehr erlauben. Mobilitätseingeschränkte

Personen können durch autonome Fahrzeuge besser am gesellschaftliche Leben teilhaben und sich integrieren.

„In Deutschland leben rund 11 Millionen Menschen in einem Haushalt ohne Auto. 15 Prozent der Personen geben gesundheitliche Gründe für den Nicht-Besitz eines Pkw an.“⁷³ Das sind 1.650.000 potenzielle Kunden für autonome Fahrzeuge alleine in Deutschland.

Hinzu kommt der demografische Wandel. Im Bericht „Shell PKW-Szenarien bis 2040“ heißt es „im Jahr 2040... steigt der Anteil der über 65-Jährigen deutlich von gut 21 % auf 31 %.“(Shell PKW-Szenarien: S19)⁷⁴ Viele ältere Menschen können oder wollen am Straßenverkehr nicht mehr teilnehmen, durch autonome Fahrzeuge könnten sie bis ins hohe Alter mobil bleiben.

WIE ABSTANDSREGELTEMPOMAT UND AUFFAHRKOLLISIONSWARNUNG HELFEN

Fahrzeugtyp	Straßenart	Anteil System eingeschaltet	Reduktion der kritischen Situationen
 Pkw	 Autobahn	51%	32 – 82 %
 Pkw	 Landstraße	31%	32 – 45 %
 Pkw	 innerorts	19%	32 %
 Lkw	 Autobahn	42%	14 – 36 %

Abb.12: Wie Abstandsregeltempomat und Auffahrkollisionswarnung helfen

3.5 INDIVIDUALISIERUNG

Die „Macht“ zur Selbstverwirklichung war noch nie so groß wie heute. Eine freie Wahl vieler verschiedener Möglichkeiten fördert das Bedürfnis nach individueller Selbstbestimmung. Die Analyse der vorangegangenen Megatrends hat gezeigt, dass sich in Zukunft vieles verändern wird, so auch die Gesellschaft. Wo ist *mein* Platz in dieser Gesellschaft und wo möchte *ich* stehen? Wie beeinflusst mein Bedürfnis nach Selbstverwirklichung das Automobil? Das Automobil wurde in dem Streben nach mehr individueller, flexibler Mobilität erschaffen. Doch dieses Bedürfnis kann heutzutage auch anders gestillt werden. Das Autodesign muss sich in Zukunft noch mehr an die Bedürfnisse seiner Kunden anpassen können. Doch was genau ist von Relevanz für den Automobilnutzer von morgen und übermorgen? Für wen ist das Automobil der Zukunft interessant und welche Bedürfnisse müssen befriedigt werden.

3.5.1 Ein Modell, alle Bedürfnisse

Eine stärkere individualisierte Gesellschaft könnte für die Konsummärkte eine Zerlegung der Märkte, in immer kleinere Segmente bedeuten. In der Automobilbranche bedeutet das, viele verschiedene Modelle für die verschiedenen Bedürfnisse des Kunden. Jedoch ist es kostengünstiger für eine Firma ein Auto in gleicher Form auf allen Kontinenten zu verkaufen.⁷⁵ Ford versuchte diese Strategie und nannte es „One Ford“. Die Anzahl der verwendeten Plattformen wurde von 30 auf 9 reduziert. Jedoch sind Vorlieben für das Design und die Bedürfnisse in allen Ländern so unterschiedlich, dass es schwer ist, mit nur einer geringen Anzahl von Fahrzeugmodellen alle Märkte abzudecken. Dennoch setzt auch VW auf einen modularen Antriebs-Baukas-

ten, auf dem alle Elektromodelle aufgebaut werden. Diese nennt sich MEB-Plattform. Alle neuen Elektromodelle basieren auf diesem Baukasten. Dies beschränkt die Modelle zwar im Radstand, führt jedoch zu einer Kostenreduzierung.⁷⁶ Kostengünstige Herstellung reduziert also den Grad der Individualisierung. Also müssen bei der Entwicklung des Fahrzeugs die Bedürfnisse der Kunden analysiert werden, um daraufhin zu erörtern, in welchen Bereich es die größten Schnittmengen gibt.

3.5.2 Digitale Medien

Die digitalen Medien wie Instagram, TikTok und Facebook fördern den Drang zur Selbstinszenierung. Keine Generation zuvor hatte den Zugang zu einem so starken Medium, das die Menschen weltweit beeinflusst. Laut offiziellen Zahlen nutzten Facebook monatlich 3,51 Milliarden Menschen.⁷⁷ Dabei haben laut Schätzungen nur 60 % der Weltbevölkerung einen Internetzugang. Eine starke Medienpräsenz ist heute für ein Massenprodukt wie das Automobil unabdingbar. Die Darstellung und Positionierung der Firma und des Produkts sind von besonderer Bedeutung für das Marketing. Kommentare und Likes sind die Währung von morgen. „Laut einer Studie der Social-Marketing-Firma Syncapse ist ein Facebook-Like 174 Dollar wert.“⁷⁸ Wie beeinflusst dies das Automobil? Der Megatrend Neo-Ökologie zeigt, dass in Zukunft das Bedürfnis nach nachhaltigen Produkten in Zukunft steigen könnte. Wenn nun ein Automobil offensichtlich nachhaltig gestaltet ist, also auf den ersten Blick direkt zu erkennen ist, dass nachhaltige Materialien verwendet wurden, könnte das zu einer besonders positiven Wahrnehmung der Firma führen. Auf den digitalen Plattformen werden Posts

nicht lange angeschaut und durchgelesen, daher muss der erste kurze Blick überzeugen. Ein durchdachtes ästhetisches Design ist also auch in Zukunft von Bedeutung.

3.5.3 Diversität

Diversität war noch nie so präsent wie heute. In einer modernen Gesellschaft sollte niemand mehr aufgrund seines Alters, seines Geschlechts oder seiner Herkunft diskriminiert werden. Gleichberechtigung bringt die Menschen dazu sich so auszuleben wie sie es möchten. Es wird über Gendersprache und Frauenquote diskutiert. Traditionelle Gesellschaftsbilder verändern sich. Diese Veränderung hat auch Auswirkungen auf das Design. Design wird oft als männlich oder weiblich wahr genommen und teilweise von Firmen absichtlich so gestaltet und positioniert. Der Wunsch nach Gender-Neutralen-Design wird immer größer. Das in der Familie nur noch der Mann einen Führerschein besitzt, ist ein längst veraltetes Bild. Laut dem Verband der Automobilindustrie zeigt die Zulassungsstatistik von 2020: „Die Zahl der Frauen, die ein eigenes Auto besitzen, ist seit 2010 um ein Fünftel auf über 16 Millionen gestiegen.“⁷⁹ Hinzu kommt, dass „Der Anteil der Altersgruppe ‚60plus‘ insgesamt - Männer und Frauen - an allen privaten Haltern stieg von 28 Prozent in 2010 auf fast 35 Prozent im Jahr 2020.“⁶³ Menschen wollen auch im hohen Alter individuelle, unabhängige Mobilität, daher sollten die Bedürfnisse dieser Altersgruppe für ein zukünftiges Automobildesign nicht vernachlässigt werden. Beabsichtigt eine Automobilfirma mit ihrem Design die breite Masse anzusprechen, muss es optisch möglichst jedes Geschlecht, und jedes Alter ansprechen.

3.5.4 Work-Life-Balance

Die Art und Weise wie wir leben, arbeiten, kommunizieren und uns fortbewegen wird in Zukunft anders aussehen als heute. Die Coronapandemie hat viele Menschen zum Homeoffice gezwungen und hat gezeigt, dass es häufig besser funktioniert, als gedacht und es vielen Menschen gefällt, von Zuhause aus zu arbeiten. Menschen sind also in Zukunft nicht zwangsläufig an dem Ort gebunden, wo sie arbeiten. Wäre es eventuell sinnvoll, wenn ein Fahrzeug in Zukunft als eine Art „mobile Workstation“ fungieren? Arbeiten von überall auf der Welt, nur nicht von Zuhause. Veränderte Lebensstile, verändern auch den Nutzen von Fahrzeugen, stellen sogar die Sinnhaftigkeit eines eigenen Fahrzeugs infrage. Was muss oder kann die Automobilbranche tun, um das eigene Auto immer noch wertvoll für den Nutzer zu machen? Wie findet das Automobil Platz in einer Welt, in dem der Lebensstil immer flexibler wird? Ein teurer Besitz kann zur „Flexibilitätsbremse“ werden. Die Studie „Mobilität in Deutschland“ von 2017 besagt, dass die durchschnittliche Betriebszeit pro Pkw und Tag bei ca. 45 Minuten liegt.⁶⁶ Dabei stellt sich die Frage, ob es notwendig ist ein Auto zu besitzen, wenn es nur für drei Prozent der Gesamtzeit des Tages genutzt wird. Außerdem zeigt die Studie, dass das Auto vermehrt von Bewohnern in kleinstädtischen dörflichen Räumen genutzt wird (26 km pro Tag) als von Bewohnern in Metropolen (14 km pro Tag). In Zukunft wird das Auto vermutlich noch irrelevanter in Städten werden, deswegen ist eine Orientierung des Designs, bestimmt für den Verkehr außerhalb der Stadt von besonderer von Bedeutung.

3.5.5 Individualität durch autonomes Fahren

Sobald autonomes Fahren der Stufe 4 auf Autobahnen erlaubt sein wird, lockt es zunächst Technikbegeisterte und Innovationsfreunde an. Jedoch ist es vorstellbar, dass sich durch die neuen vielfältigen Möglichkeiten die sich eröffnen, verschiedene Menschen aus verschiedenen Gründen für ein Fahrzeug mit diesem System entscheiden. Sofern es die Erwartungen und Wünsche der Nutzer befriedigt.

Um zu erörtern, welche Möglichkeiten ein autonomes Fahrzeug bieten sollte, ist eine genaue Betrachtung der Erwartungen der Nutzer notwendig. Zudem ist eine Analyse erforderlich, wofür der Nutzer das Fahrzeug am häufigsten verwenden. Danach kann untersucht werden, ob und wie die Produkteigenschaften durch autonomes Fahren besser an die Bedürfnisse des Nutzers angepasst werden können.

Dafür wurde zunächst untersucht, aus welchen Gründen die Menschen Verkehrsmittel am häufigsten nutzen. Die Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der Personenverkehrsleistung nach Fahrzwecken 2003 und 2018 im Vergleich. Zunächst ist erst einmal ein Zuwachs der gesamten erbrachten Personenkilometer zu erwähnen. Dies deutet auf einen stetig wachsenden Mobilitätsbedarf. Den größten Anteil an Kilometer verzeichnet der Urlaubs- und Freizeitverkehr. Zwar ist dieser rückläufig, jedoch nimmt er immer noch über 40 % ein. Als Nächstes folgt mit weitem Abstand, der Beruf und Ausbildungsverkehr mit 21 %. Den größten Zuwachs in dieser Zeit zeigen die Geschäftsreisen, die von 12,5 % auf 17,5 %. Die Veränderungen in den anderen Bereichen sind minimal.

Nach der Studie Mobilität in Deutschland 2017⁸⁰ auf der auch

das Diagramm basiert, werden 57 % aller Wege mit dem Pkw zurückgelegt, im ländlichen Raum sind es sogar 70 %. An Werktagen gehen zwei Drittel der Gesamtfahrleistung auf die berufsbedingte Mobilität zurück. Es besteht also eine große Verbindung zwischen Arbeit und Mobilität. Es scheint sogar so zu sein, dass Arbeit der Hauptgrund ist, warum wir Mobilitätsangebote nutzen. Jedoch sollte der hohe Prozentsatz an Verkehr aufgrund von Urlaub und Freizeit nicht außer Acht gelassen werden. In Anlehnung dieser Studie kann die These aufgestellt werden, dass ein Pkw am häufigsten von Erwerbstätigen genutzt wird, die auf dem Land wohnen. Des Weiteren geht aus der Studie „Shell PKW-Szenarien bis 2040“⁸¹ hervor, dass Paare mit Kindern vermehrt ein Pkw besitzen und dies auch vermehrt nutzen. Sie haben ein großes Verlangen nach flexibler, kindgerechten, sicheren Mobilität. Zusätzlich besagt die Studie, dass Menschen, die heute ein Auto besitzen, auch im Alter nicht darauf verzichten werden.

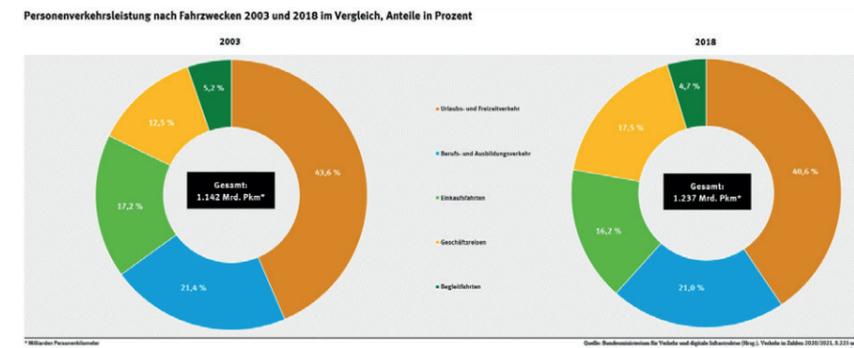


Abb.13: Personenverkehrsleistung nach Fahrzwecken 2003 und 2018 im Vergleich, Anteile in Prozent

2040 werden laut „ADAC, Die Evolution der Mobilität 2017“⁸² die über 75-Jährigen 16 % der Gesamtbevölkerung ausmachen und diese Menschen werden hohe Erwartungen in Bezug auf Bequemlichkeit, Sicherheit und Unterstützung haben.

Die Bedürfnisse für die Nutzer eines autonomen Fahrzeugs lassen sich also wie folgt, zusammen setzen.

- Arbeitsvorbereitungen und Nachbereitungen: Im besten Fall nicht nur mit dem Handy während der Fahrt E-Mail lesen und schreiben, sondern die Möglichkeit mit seinem Laptop im Auto bequem arbeiten.
- Sicherheit: Der Passagier müsste in jedem Fall, egal wo und wie er sitzt, gesichert sein. Auch wenn das Autonome fahren vollkommen sicher wäre, müsste der Passagier sich vermutlich dennoch anschnallen, da es zu unvorhergesehenen Ausweichmanövern kommen, kann sowie Einwirkungen von Außen, auf die das Fahrzeug kein Einfluss hat.
- Bequem & erholsam: Es sollte ein hoher Standard an Komfort bieten sowie zusätzliche Funktionen, um Stress zu minimieren.
- Viel Platz: für einen leichten Ein- und Ausstieg, genügend Sitzplätze und viel Stauraum

04

4 ERGEBNIS DER TRENDANALYSE

Nach der genauen Betrachtung der einzelnen Megatrends, wie sie die Gesellschaft und die Mobilität in Zukunft verändern werden, folgt nun das Resultat dieser Analyse.

Mobilität ist ein menschliches Grundbedürfnis, auf das wir nicht verzichten wollen. Wir möchten individuell, selber und flexibel entscheiden, wann und wie wir uns fortbewegen. Das Bedürfnis nach Sicherheit, Gesundheit, einer intakten Umwelt und einer Steigerung der allgemeinen Lebensqualität wird immer größer. Die Automobilbranche ist im Wandel und das muss sie auch sein, um den Wünschen der Kunden und den politischen Forderungen nachkommen zu können. Es ist nicht mehr die Frage, ob die Elektromobilität den Verbrenner ablösen wird, es ist nur noch die Frage wann. Durch die weltweite Elektrifizierung der Automobilität und die zwangsläufige Steigerung des Ökostroms der weltweit gefordert und gefördert wird, kommen wir dem Wunsch einer klimaneutralen Welt immer näher.

Die Mobilität im urbanen Raum wird sich stark verändern. Viele Maßnahmen wie Carsharing, Ausbau der Radinfrastruktur und der ÖPNV sowie die Vermeidung der Verbrenner in Innenstädten, zeigen den Trend zur emissionsfreien, „Smart Mobility“. Die voranschreitende Entwicklung vernetzter Mobilitätsangebote, führt zu einem besseren Verkehrsfluss, in dem Privatfahrzeuge nicht mehr zwangsläufig benötigt werden. Durch diese Veränderungen und den Zuwachs von jungen Menschen in Städten, für die ein eigenes Fahrzeug nicht mehr von besonderer Bedeutung ist, kann die Umwandlung zu grüneren Innenstädten, mit mehr Lebensqualität gelingen..

Das Privatfahrzeug bleibt jedoch auch in den nächsten 20 Jah-

ren ein wichtigstes Fortbewegungsmittel. Besonders im ländlichen Raum, denn Menschen wollen sich weiterhin flexibel und zuverlässig fortbewegen. Eine gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur im ländlichen Raum ist zwar gewünscht, jedoch sehr kostenintensiv und die Umsetzung würde sehr lange dauern. Das autonome Fahren im ländlichen Gebiet wird zwar auch erstrebt, jedoch wird diese Entwicklung vermutlich sehr lange dauern. Daher ist das Privatfahrzeug auch in Zukunft auf ländlichen Gebiet das bevorzugte Verkehrsmittel.

Um für den Privatkunden jedoch interessant zu bleiben, muss der Pkw sich noch mehr an den Bedürfnissen und Wünschen der Kunden orientieren. Technische Errungenschaften sowie ökologisch nachhaltige Gesamtkonzepte könnten die Nutzer und Nutzerinnen in Zukunft überzeugen, mehr Geld in ein Privatfahrzeug zu investieren. Apps für Sharingplattformen, die mit dem Verkauf des Autos angeboten werden, können die Attraktivität des Fahrzeugs steigern. Denn der Kunde selbst kann entscheiden, ob er das Fahrzeug nur für sich privat nutzen möchte oder ob er bereit ist, das Fahrzeug, einen Sitzplatz oder vielleicht sogar seinen erzeugten Strom zu teilen..

Der Blick auf das Automobil wird sich in nächsten Jahren verändern. Der Verbrenner wird auf kurz oder lang nicht mehr zugelassen. Das Zeitalter der Elektroautos hat begonnen und damit auch ein Wettstreit um die beste Batterie. Die beste Batterietechnologie hat letztendlich einen großen Wettbewerbsvorteil. Das Verlangen um die Marktvorherrschaft fördert die technischen Fortschritte in der Batterietechnologie extrem. Im Internet überschlagen sich die Pressemitteilungen von immer besseren Batterien und die Zukunft sieht vielversprechend aus.

Werden die Batterien leistungsstärker, steigt die Akzeptanz für diese Technik. Schafft die Politik den Ausbau der dafür nötigen Infrastruktur und den Ausbau von Ökostrom, ist ein emissionsfreier Verkehr in Zukunft keine Utopie mehr. Zusätzlich bieten Elektroautos den Vorteil einer geräuscharmen Mobilität und sie können mehr Platz im Innenraum bieten durch weniger technischer Komponenten. Eventuell können Batterien in Zukunft wieder kleiner werden und trotzdem mehr Fahrleistung als heute generieren, dies würde entweder zu kleinen Autos führen oder zu noch mehr Platz im Innenraum des Fahrzeugs.

Elektromobilität erhöht den Fahrspaß durch eine starke Beschleunigung, weniger durch die Maximalgeschwindigkeit. Die könnte in Zukunft zweitrangig werden, da langes Fahren in hohen Geschwindigkeiten zu einer geringeren Reichweite führt. Infolgedessen und durch die Entwicklung und verpflichtende Einführung von Fahrassistenzsystemen steigt die Verkehrssicherheit. Dank der steigenden Verkehrssicherheit durch Fahrassistenzsysteme, die der Vorreiter des autonomen Fahrens sind, steigt auch die Akzeptanz in der Gesellschaft für autonome Systeme. Das autonome Fahren, welches jetzt bereits auf begrenzten Bereichen erlaubt ist, wird immer weiter ausgebaut. Die technische Entwicklung in diesem Bereich wird weltweit forciert, bis das autonome Fahren der Stufe 4 auf Autobahnen ohne Probleme realisierbar ist. Dies führt zu einer verbesserten Lebensqualität und einem besseren Verkehrsfluss auf Autobahnen. Ein Pkw wird dann nicht mehr nur ein Fortbewegungsmittel sein, sondern für jeden individuell, das was er benötigt. Für den einen wird es zu einem Rückzugsort für Erholung und Entspannung, für den anderen ein Workspace, der genutzt wird, um sei-

ne Zeit effizienter zu nutzen. Da das Fliegen in Zukunft teurer werden könnte, werden auch wieder längere Reiseziele mit dem Auto interessant. Jedoch ist dann eine lange Fahrt mit dem Auto nicht mehr ein Übel, welches man in Kauf nimmt, sondern ein Erlebnis. Der Urlaub beginnt, sobald sie mit dem Fahrzeug auf der Autobahn sind und das Lenkrad loslassen können.

05

5 MARKTANALYSE UND -ENTWICKLUNG

Für die Entwicklung eines eigenen Konzepts für zukünftige Mobilität ist die Analyse anderer Automobilfirmen unerlässlich. Welche Ziele verfolgen andere Automobilfirmen wie betrachten sie die zukünftige Mobilität? Für den Blick in die Zukunft werden nicht nur die Firmen analysiert, sondern auch die Konzeptfahrzeuge der einzelnen Firmen betrachtet. Sie zeigen, wie sich die Firmen die Zukunft der Automobilität vorstellen. Dabei werden die Firmen und Fahrzeuge nach folgenden Kriterien betrachtet und bewertet:

- Nachhaltigkeit
- Innovation und Technik
- Designsprache/-entwicklung
- Platz/Mehrwert

Natürlich können nicht alle Automobilfirmen oder neue Konzepte betrachtet werden, daher sind nur solche ausgewählt die als besonders modern, nachhaltig oder innovativ gelten. Im technischen Bereich wie auch im optischen Designbereich.

5.1 TESLA

Tesla will nach eigenen Angaben den Übergang zu nachhaltiger Energie beschleunigen. Die Firma ist mit Abstand der innovativste Hersteller, im Technologiefeld Batterie-elektrischer Fahrzeuge. Das Model 3 ist mit über 1 Million Verkäufen weltweit das meistverkaufte Elektro-Pkw. Womit überzeugt die Firma besonders? Tesla war Vorreiter in Sachen Elektromobilität. Sie überzeugen primär im Bereich der digitalen Infrastruktur und bei der Softwareentwicklung. Es wird behauptet das Tesla 6 Jahre technischen Vorsprung hat zu anderen Automobilhersteller. Die Firma produziert das meiste aus eigener Hand und Bauteile werden auf ein Minimum reduziert. Etwa die elektrischen Steuergeräte, die aufgrund der vielen elektrischen Bauteile und dem autonomen Fahren immer mehr werden, wurden bei Tesla drastisch reduziert. Intelligente kompakte Lösungen haben auch Auswirkungen auf das Design, denn umso kleiner die technischen Komponenten, umso größer sind die Möglichkeiten im Design. Abgesehen davon, das ein E-Auto ohnehin weniger Platz für technische Bauteile benötigt. Unter der Motorhaube beispielsweise bietet jeder Tesla zusätzlichen Stauraum, der je nach Modell variiert. Dies ist nicht bei jedem E-Auto der Fall. Auf der Abbildung 14 und 15 ist das Exterieur und Interieur Model Y zu sehen. Die Größe des Fahrzeugs entspricht in etwa der angestrebten Größe des Konzeptes. Das Exterieur könnte man als sportlich gefällig bezeichnen. Das Design polarisiert nicht, drängt sich nicht auf. Der innovative Fortschritt wird nicht über das äußere Design gezeigt. Das Design passt in die heutige Zeit und fällt nicht besonders auf. 2015 fuhren die ersten Tesla auf den Straßen, zu dieser Zeit vielen sie noch auf. Das lag unter anderem an dem nicht vorhandenen Kühlergrill. Sechs Jahre



Abb.14: Tesla Model Y Exterieur



Abb.15: Tesla Model Y Interieur

später hat sich das äußere Design nicht stark geändert. Tesla überzeugt eher durch die Technik im Inneren. Der Innenraum wirkt elegant und ruhig. Alle Bedienelemente die benötigt werden, finden sich auf dem Touchdisplay in der Mitte. Die Lüftung ist ein horizontaler Spalt im Armaturenbrett. Wo die Luft hingesteuert werden soll, entscheidet der Fahrer wieder über den Touchscreen. Klarheit und Eleganz durch Reduktion.

5.1.1 Konzept

Anders als die Serienfahrzeuge von Tesla, ist der im November 2019 vorgestellte Prototyp, der Cybertruck. Dieser soll 2022 auf den Markt kommen. Dieses Fahrzeug polarisiert mit seinem gradlinigen, massiven Design, das scheint, als ob es aus einer anderen Zeit kommt. Das Fahrzeug strahlt Kraft und Sicherheit aus und das soll es vermutlich auch. Denn die Scheiben sind Kugelsicher und die Karosserie besteht aus „ultraharten“ kaltgewalzten Edelstahl, welches schlag- und stoßfest sein soll, um einen maximalen Schutz für die Insassen zu bieten.

5.1.2 Fazit

Sieht so das zukünftige Design von Tesla aus? Warum muss ein Fahrzeug so sicher gestaltet sein, wenn doch die Technik und das autonome Fahren in Zukunft so sicher sein soll, dass keine Unfälle mehr passieren? Spannend wird, ob der Cybertruck so auf den Markt kommt. Mit einer Breite von 2,03 Metern wird es auf europäischen Straßen nicht nur in der Stadt, sondern auch auf den Autobahnen und Landstraßen eng. Sicher ist jedoch, dass er in jedem Fall Aufsehen erregen wird.



Abb.16: Tesla Cybertruck Exterieur



Abb.17: Tesla Cybertruck Interieur

5.2 BMW

BMW möchte laut eigenen Aussagen der nachhaltigste Automobilhersteller der Welt werden. Dafür nutzen sie seit 2020 nur noch erneuerbare Energiequellen und das Serienfahrzeug der BMW i3 ist zu 95 % recycelbar. Die Sitzpolster bestehen aus PET-Flaschen, Interieurleisten sind aus schnell wachsendem Eukalyptusholz und das Sitzleder ist aus gegerbten Olivenblättern. Zirkularität ist fester Bestandteil Ihrer Strategie.

5.2.1 Konzept

BMW präsentierte 2021, auf der IAA in München, das „BMW I Vision Circular“ Konzept. (siehe Abb. 20 & 21) Vollständig gemäß den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft konzipiert, denn es ist zu 100 % recycelbar. Der I Vision Circular ist dabei als kleines Stadtauto entwickelt worden und will mit einer klaren, fokussierten Formsprache überzeugen. Nach eigenen Aussagen zeichnet es sich durch ein modernes Exterieur aus, schlank mit starken Schultern und durch ein überraschend warmes und luxuriöses Interieur. Die Karosserie besteht aus eloxierten recycelten Aluminium und verzichtet auf einen umweltschädlichen Lack. Auf dekorative Element aus Chrom wurde auch verzichtet. Das Markensymbol der Firma „die Niere“ wird durch Licht wieder gegeben. Dies soll den digitalen Charakter der Firma hervorheben. Das Interieur verzichtet auf Bildschirme, da alle nötigen Informationen auf der Windschutzscheibe angezeigt werden. Materialien wurden auf ein Minimum reduziert und auch eine einfache Demontage der Teile wurde berücksichtigt.^{83,84}



Abb.18: BMW i3 Exterieur



Abb.19: BMW i3 Interieur

5.2.2 Fazit

Es ist beeindruckend wie weit BMW bereits heute die Nachhaltigkeit und zirkuläre Kreislaufwirtschaft vorantreibt. Sie zeigen was machbar ist und dies tun sie in einem sehr eindrucksvollen expressionistischen Stil. Es versucht jedem zu gefallen, jedoch ist der Stil gewöhnungsbedürftig. Allerdings ist dies nur ein Konzeptfahrzeug, das Aufmerksamkeit erregen will. Die Serienfahrzeuge sind meist gefälliger. Die Richtung für das zukünftige Design liegt vermutlich dazwischen. BMW legt bei der Auswahl und Verarbeitung Ihrer Materialien auf einen besonders innovativen neuen Look. Allerdings ist es schwer zu erkennen, dass es sich hier um ein 100 % recycelbares Fahrzeug handelt. Durch die außergewöhnliche Verwendung der Materialien macht es eher den gegenteiligen Eindruck. Der Bezug zur Natur und zu der Umwelt geht verloren. Insofern nicht dazu erklärt wird, dass alle Materialien recycelbar sind, würde man vermutlich nicht davon ausgehen. Aber dies gehört wahrscheinlich zur Strategie der Firma, sie wollen zeigen welche Möglichkeiten einem zur Verfügung stehen, obwohl recycelte und wiederverwertbare Materialien genutzt wurden. Das Exterieurdesign wirkt ungewohnt. BMW verwendet häufig eine sehr markante, teils aggressive Linienführung, sie ist Teil der Firmenidentität. Auf eine prägnante Linienführung auf der Karosserie wurde hier jedoch verzichtet, Reduzierung als Gesamtkonzept. Die Bodyside wirkt eher soft und lebt mehr von der außergewöhnlichen DLO (DayLightOpening) und dem dadurch entstehenden Drang nach vorne.



Abb.20: BMW I Vision Circular Exterieur



Abb.21: BMW I Vision Circular Interieur

5.3 POLESTAR

Eine Marke, die für nachhaltige Elektromobilität steht, ist Polestar. Für sie ist die Ökobilanz und der CO₂ Fußabdruck, den jedes Modell hinterlässt von besonderer Bedeutung. Ebenso wichtig ist Ihnen die Transparenz gegenüber ihren Kunden. Aufgrund dessen haben sie aktuell die Ökobilanzberichte für den Polestar 2 veröffentlicht.⁸⁵ Damit der Kunde die tatsächlichen Umweltauswirkungen mit anderen Firmen oder Modellen vergleichen und eine fundierte Kaufentscheidung treffen kann. Für sie ist also eine positive Ökobilanz eine der wichtigsten Kaufkriterien in Zukunft. Polestar hat insgesamt bereits vier mal den Red Dot Award gewonnen, 2021 gewann der Polestar 2 den „Best of the Best“ Award. Die progressive und dennoch vertraute Optik überzeugte die Jury. Der Polestar 2 begeistert mit harmonischen Proportionen und beeindruckender Klarheit. Sowie die neuesten Technologien, die so eingebunden wurden, dass sie intuitiv beherrschbar sind.⁸⁶ Polestar konzentriert sich auf das Wesentliche. Eine klare Oberflächengestaltung, eine präzise Linienführung und durchdachte Details. Ein konsequenter Purismus, der elegant und kraftvoll wirkt.⁸⁷

5.3.1 Konzept

Das Polestar Precept wurde 2020 vorgestellt und reflektiert exakt das, wohin die Firma sich laut ihrer Außendarstellung entwickeln möchte. Ein ganzheitliches konsequent nachhaltiges Produkt in premium Qualität, welches sich besonders durch harmonische kraftvolle Eleganz abhebt. Die Sitzbezüge bestehen aus recycelten PET-Flaschen, die im 3D-Verfahren gewebt werden, um Verschnitt bei der Herstellung zu vermeiden. Weitere Materialien, die verwendet werden, sind Nylon aus



Abb.22: Polestar2 Exterieur



Abb.23: Polestar2 Interieur

alten Fischernetzen sowie Kork und Flaschenverschlüsse aus der Weinwirtschaft. Nachhaltige Materialien zu einem ästhetischen Gesamtkonzept verarbeitet. Das Precept ist optisch nicht weit von dem momentanen Serienfahrzeug entfernt. Auch die recycelten Materialien die verwendet wurden und die Technologie sind keine futuristische Wunschvorstellung. Das gesamte Konzept ist realistisch umsetzbar, zumindest laut Polestar. Der Precept ist laut Polestar kein Konzeptauto, sondern eine Richtschnur.⁸⁸

5.3.2 Fazit

In Zeiten, in denen Firmen Greenwashing betreiben, um ihr Image nach außen zu verbessern, zieht die Firma die einzig logische Konsequenz, sie legen ihre Ökobilanz offen und gewinnen Vertrauen über Transparenz. Vorstellbar das dies die Kunden überzeugt, denn wer mehr Geld ausgibt, um etwas für die Umwelt zu tun, der will auch sichergehen das dies der Wahrheit entspricht. Dieses konsequente Handeln spiegelt sich in der kompletten Corporate Identity der Firma wider. Eine Firma die aufgrund eines durchdachten Gesamtkonzepts und einer puristischen, harmonischen Produktportfolio überzeugt. Das Design von Polestar drängt sich nicht auf und hebt sich dennoch ab. Ein Stück Klarheit und Ruhe in einer schnellen und lauten Verkehrswelt.



Abb.24: Polestar Precept Exterieur



Abb.25: Polestar Precept Interieur

5.4 SONO MOTORS

Die Firma Sono Motors wurde 2016 gegründet und erregte viel Aufsehen in den Medien, durch ihr Solar Electric Vehicle (SEV). Ein Elektroauto, das sich selbst über in der Karosserie integrierte Solarzellen lädt. Durch die integrierten Solarzellen kann durchschnittlich eine zusätzliche Reichweite von 112 km (bis zu 245 km) pro Woche erzeugt werden. Ziel der Firma ist es nach eigenen Aussagen die Elektromobilität im großen Maßstab zu etablieren und einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der weltweiten CO₂ Emissionen beizutragen. Im Juli 2017 präsentierten sie den ersten Prototypen. 2020 wurde ein Prototyp der 2. Generation vorgestellt, der nach eigenen Aussagen sehr nah an das Serienfahrzeug heranreichen soll. Ein echter Hingucker ist hierbei das Moos im Interieur. Dies ist jedoch nicht nur ein ausgefallenes Designelement, im sonst sehr aufgeräumten Innenraum, es soll angeblich auch für ein angenehmes Raumklima sorgen. Der geplante Produktionsstart ist in der ersten Jahreshälfte 2023. Der Sion wird nur unter Verwendung von 100 % erneuerbaren Energien produziert und soll nur 25.500 Euro inklusive deutscher Mehrwertsteuer kosten. Ein niedriger Preis, der unter anderem nur dadurch erreicht werden kann, dass es nur eine Variante des Fahrzeugs geben wird. Außerdem wird durch die Integration der Solarzellen in die Karosserie, keine Lackierung benötigt, so kann auch auf die Umweltschädliche Lackierstraße in der Produktion verzichtet werden. Eine weitere sehr nützliche Funktion ist die Sono App. Sie bietet eine Reihe von Dienstleistungen an, die für innovative nachhaltige Mobilität stehen. Hierdurch kann das Fahrzeug selbst, der durch das Fahrzeug produzierte Strom oder eine Mitfahrgelegenheit angeboten werden. Sono Motors will das ihr Fahrzeug



Abb.26: Sion Exterieur 1



Abb.27: Sion Exterieur 2

häufiger und sinnvoller genutzt wird als nur für 5 % des Tages.⁸⁹

5.4.1 Fazit

Der Sion ist als ein rein funktionales Fahrzeug konzipiert worden, er überzeugt durch den reinen Nachhaltigkeitsaspekt und die Nutzervorteile. Der Preis ist zudem unschlagbar. Das Fahrzeug wird mit Sicherheit einige ansprechen. Jedoch ist die Frage, ob sich ein Fahrzeug nur über die Funktionalität verkauft, denn optisch hat der Sion nicht viel zu bieten. Für Aufsehen könnte er trotzdem sorgen. Bereits jetzt wurde der Sion 14.375 Mal reserviert, dabei könnte das Projekt immer noch scheitern. Es ein sinnvolles nachhaltiges Mobilitätskonzept, das in jedem Fall sehr umweltbewusste Menschen anspricht.



Abb.28: Sion Interieur

5.5 VOLKSWAGEN

Wie sieht für VW, einer der führenden Hersteller von Automobilen, die Zukunft der Mobilität aus? VW will Verantwortung für ihren Anteil der CO₂ Emissionen tragen und haben das Ziel bis 2050 ein bilanziell CO₂-neutrales Unternehmen zu werden. Momentan hat VW zwei voll elektrische Fahrzeuge auf dem Markt. ID.3 und ID.4, beide nutzen den modularen E-Antriebs-Baukasten (MEB), eine einheitliche Fahrzeugplattform. Weitere Fahrzeugmodelle sollen folgen, die auf der gleichen Plattform aufgebaut werden. Dies schränkt das Design zwar etwas ein, führt jedoch auch zu einer Kostenreduzierung. Interessant ist, welche Möglichkeiten sich mit der MEB-Plattform bieten. Trotz gleichem Radstand wirken die Fahrzeuge extrem unterschiedlich. Beide Fahrzeuge werden schon heute bilanziell CO₂-neutral hergestellt. VW plant eine ganze ID. Familie, die auf der MEB-Plattform basieren. Als Nächstes soll der ID. 5 folgen, ein „sportlich-elegantes Coupé-Design“. ⁹⁰

5.5.1 Konzepte

Auf der IAA 2021 wurde der ID. Life vorgestellt. Ein Fahrzeug gemacht für die Stadt. Mit einem reduzierten Design, nachhaltigen Materialien im Interieur und einem Einstiegspreis von rund 20.000 €, damit will der kleine Crossover, primär junge Kunden überzeugen. Trotz der kleinen Größe soll er nach Herstellerangaben Platzverhältnisse wie in einer Kompaktklasse bieten. (Abb. 29 & 30).⁹¹ Auf der „Brand SUV Night“ in Shanghai hat VW den ID. Roomzz vorgestellt, der 2021 auf dem Markt in China erhältlich sein soll. Ein E-SUV der in der Serienproduktion über drei Sitzreihen verfügen soll. Dieser hat jedoch auch einen weiteren Radstand und dadurch mehr Platz. (2,97 m statt 2,77 m)



Abb.29: Volkswagen ID. Life Exterieur



Abb.30: Volkswagen ID. Life Interieur

Schon bei diesem Konzeptauto wird das autonome Fahren in Betracht gezogen, ob die Serienversion über diese Technik verfügt steht noch nicht fest. In jedem Fall ist es ein Fahrzeug, das besonders für Großfamilien konzipiert ist. (Abb.31 und 32) Des Weiteren hat die Firma bereits den ID. Buzz vorgestellt. Einen Van der an den legendären Bulli von VW angelehnt ist. Dieser soll 2022 auf den Markt kommen und laut VW soll dieser einen voll automatisierten Fahrmodus verfügen.⁹² Zu guter Letzt, der ID. Vizzion, der alle technischen Möglichkeiten, Visionen und Ideen von VW aufzeigen soll. Das Elektroauto der Zukunft. Eine Oberklassenlimousine mit intelligentem Innenraum, der als Lounge bezeichnet wird. Türen, die automatisch durch Gesichtserkennung öffnen, Seitenfenster und ein Panoramaglasdach, das sich auf Wunsch verdunkeln lässt und kein Lenkrad. Bedienelemente werden via Argumented Reality-Brille in den Innenraum projiziert. Ein voll automatisiertes Fahrzeug, ein Ausblick auf das Jahr 2030 laut Volkswagen.⁹³

5.5.2 Fazit

Für jeden ist etwas Passendes dabei, vom Kleinwagen bis zum Luxusmodell. VW will für jedes Kundensegment das passende Fahrzeug anbieten. Bei den Fahrzeugen, die bereits produziert werden, sowie bei den Konzeptfahrzeugen ist klar zu erkennen, dass Nachhaltigkeit eine besonders große Rolle spielt. Außerdem will VW all seine technischen Möglichkeiten und Visionen in den Vordergrund stellen. Autonomes Fahren ist für VW keine Utopie mehr und schon in naher Zukunft umsetzbar. Jedoch bleibt zu bezweifeln, ob autonomes Fahren wirklich 2030 machbar ist, die Weichen dafür sind jedoch bereits gestellt.



Abb.31: Volkswagen ID. Roomzz Exterieur



Abb.32: Volkswagen ID. Roomzz Interieur

5.6 FORD

Da das zu entwickelnde Konzeptfahrzeug in der Designsprache von Ford umgesetzt werden soll, muss auch analysiert werden, was die Firma Ford momentan entwickelt und wie sie sich die Zukunft vorstellen. Um zu definieren, wie das Konzeptfahrzeug für 2040 aussehen könnte. Auch Ford will bis 2050 CO₂-Neutralität erreichen. Um zu zeigen, wie sie dies erreichen wollen, haben sie einen „Integrated-sustainability-and-financial-report-2021“ veröffentlicht.⁹⁴ In dem beschrieben wird, welche Maßnahmen ergriffen werden, um das Ziel der CO₂-Neutralität zu erreichen. Unter vielen anderen Punkten, wird erwähnt welche nachhaltigen Materialien bereits verwendet werden und das bis 2030, kein Einwegkunststoff mehr in ihren Produkten Verwendung finden. Und das bis 2035 nur noch lokaler erneuerbarer Strom für die Fertigung verwendet werden soll. Es wurden Investitionen getätigt, um die Elektrifizierung voranzutreiben und ebenso wurden die Investitionen für selbstfahrende Technologien erhöht. Das einzige vollelektrische Fahrzeug von Ford, ist momentan der Ford Mustang Mach-E. Mit einem Radstand von 2,98 m ein sehr großer SUV, der jede Menge Platz bietet. Eine sehr sportliche Optik, die wie der Name schon sagt, an den Mustang angelehnt ist.

5.6.1 Zukünftige Situation

Gegenwärtig ist der Mach-E das einzige vollelektrische Fahrzeug von Ford, jedoch laut neusten Meldungen sind Ford und VW ein Joy Venture eingegangen.⁹⁵ Die Kooperation der Firmen beinhaltet das Ford in Zukunft die MEB-Plattform von VW nutzen wird. Dies bedeutet das Ford in Zukunft ein oder mehrere Elektromodelle entwickeln wird, mit einem kleineren Rad-



Abb.33: Ford Mustang Mach-E Exterieur



Abb.34: Ford Mustang Mach-E Interieur

stand als der Mach-E. Wie das Modell oder die Modelle aussehen werden ist noch nicht bekannt. In welche Richtung sich das Optische Design der Firma entwickeln wird, ist ebenfalls noch nicht bekannt, da schon lange kein Concept Car von Ford mehr vorgestellt wurde, welches das zukünftige Design der Firma darstellen könnte. Jedoch wurde 2020 auf der Gamescom ein Fahrzeug vorgestellt welches von Ford für den Gamingbereich entwickelt wurde: „Ford Team Forzilla P1 Hypercar Concept“ Das Auto wurde in Zusammenarbeit zwischen Spielern und Designern der Automarke entwickelt. Dabei wurden Spieler gebeten über verschiedene Dinge des Fahrzeugs ab zu stimmen. Abgestimmt wurde über Social-Media Plattformen.

5.6.2 Fazit

Auch wie bei den anderen Firmen steht hier die Elektrifizierung und die Nachhaltigkeit im Vordergrund, sowie die Entwicklung des autonomen Fahrens. Wie das zukünftige Design der Firma aussehen wird, ist schwer zu definieren. Ob sich das zukünftige Design an einem Gamingkonzept orientieren wird, ist fraglich. Jedoch wurde für die Entwicklung des Fahrzeugs durch Umfragen in den sozialen Medien unterstützt. Bei den Umfragen sollen ca. 250.000 Social-Media-Follower mit gemacht haben. Eventuell würde es Sinn ergeben gewisse Designelemente des Fahrzeugs zu transferieren, da es anscheinend auf Zustimmung gestoßen ist.



Abb.35: Ford Forzilla P1 Konzept 1

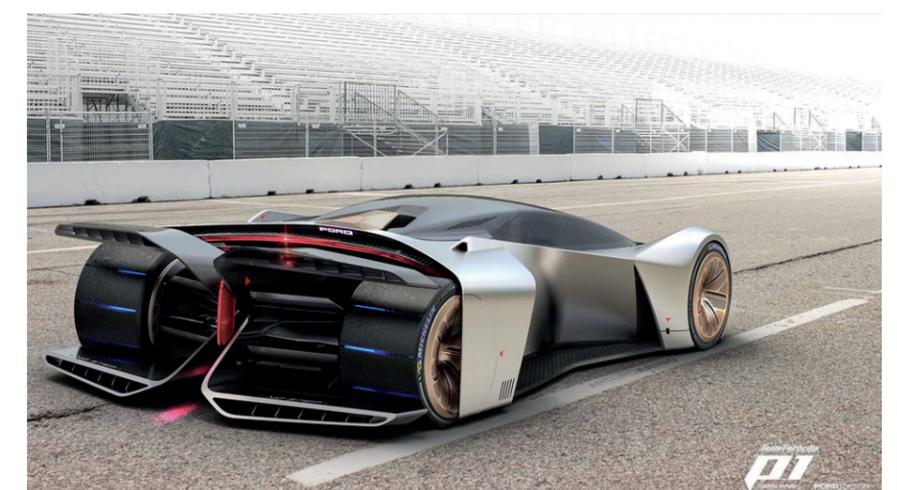


Abb.36: Ford Forzilla P1 Konzept 2

06

6 GROBKONZEPT

Nach intensiver Recherche über die Trend- und Marktentwicklung, wird nun ein genaueres Bild des zu entwickelnden Konzepts erstellt.

Im Jahr 2040 wird das Privatfahrzeug im urbanen Raum immer weniger von Bedeutung sein. Fahrzeuge in der Stadt werden teilweise verboten, aufgrund von gesetzlichen Richtlinien zur Verbesserung der Lebensqualität in Innenstädten. Überdies werden Autos überflüssig in der Stadt, aufgrund des verbesserten Mobilitätsangebot. Daher konzentriert sich die Entwicklung des Konzepts auf ein größeres Automobilmodell, welches für längere Wege, die meist über die Landstraße und Autobahn führen, gedacht ist. Es sollte hauptsächlich Berufspendler und Familien ansprechen. Innovationsbegeisterte Menschen, die aufgrund ihrer Lebenssituation viel Zeit im Auto verbringen und zusätzlich viel Platz benötigen. Diesen Menschen ist die individuelle, flexible und komfortable Mobilität besonders wichtig und sie sind daher auch bereit dafür mehr zu investieren. Der tägliche Weg zur Arbeit, arbeitsbedingte Fahrten von Stadt zu Stadt, sowie Freizeit- und Urlaubsfahrten sind größtenteils zeitraubend und können Stress verursachen. Das autonome Fahren der Stufe 4 auf Autobahnen, ist sehr realistisch für die Zukunft und ermöglicht ein entspanntes Reisen. Somit ist ein effektiveres Nutzen der Zeit möglich. Bei der Konzeptentwicklung sind die Nutzerbedürfnisse von besonderer Relevanz und sollten die Gestaltung des Interieurs signifikant beeinflussen. Ob die Zeit für die Arbeit, zum Entspannen, für die Kinder oder zur Unterhaltung genutzt wird, alles sollte möglich sein während das Auto von selbst über die Autobahn fährt.

Aufgrund der momentan weltweiten Nachfrage nach nachhaltigen Mobilitätslösungen und der vielversprechenden Entwicklung der Batterietechnologie wird diese Technik mit einem Elektromotor, den Antrieb für das Fahrzeug bilden. Aufgrund der positiven Entwicklung, in Bezug auf die Leistungsstärke, wird weniger Platz für die Batterie vorgesehen. Da diese vermutlich auch in kleineren Größen noch leistungsstärker sein werden als heutige Batterien. Dies führt zu Platzersparnissen für das technische Package und sorgt für ein flaches Design, welches dennoch mehr Komfort im Innenraum bietet. Zusätzlich sind Elektromotoren kleiner als die bisher genutzten Verbrenner. Tesla oder auch der Ford Mustang Mach-E, nutzen den gewonnenen Raum unter der Motorhaube, für einen zusätzlichen „Front-Trunk“, einen Kofferraum unter der Motorhaube. In dem Konzept wird der gewonnene Raum jedoch für ein größeres Interieur genutzt. Dadurch wird das Greenhouse verlängert. Die Größe des Fahrzeugs wird letztlich mit einem flachen MPV (Multi-Purpose Vehicle) oder einem Sportvan vergleichbar sein. Das Design sollte dabei jedoch nicht an einen typischen MPV erinnern. Durch die geringere Höhe wird weniger Luftwiderstand generiert. Kameras statt Seitenspiegel verbessern zusätzlich die Aerodynamik. Beides verbessert die Effizienz des Fahrzeugs. Allgemein sollte das Fahrzeug als sportlich-elegant wahrgenommen werden. Das Fahrzeug wird passend zu der Firma Ford entwickelt, daher bietet sich als Vergleichsmodell der Ford S-Max an. Zusätzlich ergibt es Sinn die momentanen wirtschaftlichen Entwicklungen der Firma, in das Konzept einfließen zu lassen. Durch das Joy Venture zwischen Ford und Volkswagen, wird Ford die MEB-Plattform von VW für zukünftige Modelle nutzen. Daher wird

diese Plattform die Grundlage für das Konzept bilden.

Optisch wird dabei ein zukunftsorientiertes Design forciert, welches sich in die Ford-Familie integrieren lässt.

Ein Unique Selling Point des Konzepts, ist der Aspekt der Nachhaltigkeit, der sofort erkennbar sein sollte. Hierfür werden im Interieur des Fahrzeugs primär nur recycelte oder biologisch abbaubare Materialien verwendet, die im besten Fall naturbelassen bleiben und nicht farblich verändert werden. Zusätzlich sollte das Exterieur einen guten Einblick auf das Interieur bieten, damit das Interieur mit seinen natürlichen Materialien mehr an Bedeutung gewinnt. Die sinnvolle Anwendbarkeit von nachhaltigen Materialien für die Karosserie muss überprüft werden. .

Zusammengefasst wird also ein futuristischer Sportvan mit elektrischem Antrieb entwickelt, mit dem autonomes Fahren auf der Autobahn möglich ist. Optisch, ein ästhetisches elegant-sportliches Fahrzeug, mit einem Statement für Nachhaltigkeit.

07



7 DESIGNENTWICKLUNG EXTERIEUR

7.1 MOODBOARD EXTERIEUR

Ziel bei der Gestaltung des Exterieurs ist ein minimalistisches, aber dennoch interessantes Design, welches sich von aktuellen Fahrzeugdesigns durch seine Einfachheit abhebt. Dabei sollte das Design eine dynamische Eleganz ausstrahlen. Die Schwierigkeit besteht dabei ein ausgewogenes Design zu entwickeln. Ein stark sportlich geprägtes Fahrzeug kann auch als aggressiv wahr genommen werden. Dies wäre genau das Gegenteil, von dem, was es eigentlich vermittelt werden soll. Das Fahrzeug sollte Ruhe und Kraft ausstrahlen. Große unaufgeregte Flächen, die durch stimmige Proportionen überzeugen. Leichte Überspannungen in den Linien und Flächen zeugen von einer bestimmten Dynamik, die sich jedoch nicht in den Vordergrund stellt.

Des Weiteren soll die Größe des Innenraums und der Aspekt der Nachhaltigkeit im Außenbereich wieder gespiegelt werden. Ein erweitertes Greenhouse soll mit großen Glasflächen auf viel Platz im Innenraum und eine gute Rundumsicht hindeuten. Die partielle Verwendung von nachhaltigen Materialien im Außenbereich, sorgen für einen besonderen Eyecatcher. Das ruhige Gesamtdesign sorgt dafür, dass die nachhaltigen Materialien im Außenbereich mehr Aufmerksamkeit bekommen. Die großen Glasflächen sorgen für einen guten Einblick ins Fahrzeug und auf die nachhaltigen Materialien, die im Innenraum verbaut sind.

Dynamic Minimalism



Sustainable Materialmix

7.2 ERSTE ENTWICKLUNGSSCHRITTE

Für das Exterieurdesign wurden zunächst einige Skizzen aus verschiedenen Perspektiven erstellt. Auf der nächsten Seite sind einige ausgewählte Skizzen zu sehen, an denen sich anfangs orientiert wurde. Zu diesem Zeitpunkt war das genaue Konzept sowie die Größe des Fahrzeugs noch nicht genau definiert.

Relativ früh im Designprozess begann die Entwicklung des Claymodells in der Größe 1:2,5. Üblicherweise würde eine längere Skizzenphase im Prozess vorausgehen. Aufgrund des Zeitmangels und der bereits bestehenden Erfahrung im Claymodelling konnten jedoch Ideen und Entwürfe schnell umgesetzt werden. Das Design entwickelte sich parallel auf dem Papier und am Claymodell. Die nachfolgenden Bilder sind chronologisch geordnet und zeigen die Entwicklung des Exterieurdesigns. Dabei ist zu sehen wie die Skizzen das Modell beeinflusst haben, sowie das Modell die Skizzen. Meistens erfolgt zunächst die Zeichnung und daraufhin wird diese ins Modell ein gearbeitet. Jedoch wurden auch neue Ideen direkt im Clay umgesetzt, ohne zuvor Skizzen anzufertigen. Teilweise genügt es grobe Proportionen anzulegen und Linienführung anzudeuten, um zu erkennen, ob eine Designidee funktioniert oder nicht. So entwickelte sich das Design in einem Wechselspiel von Zeichnungen und Modelling.

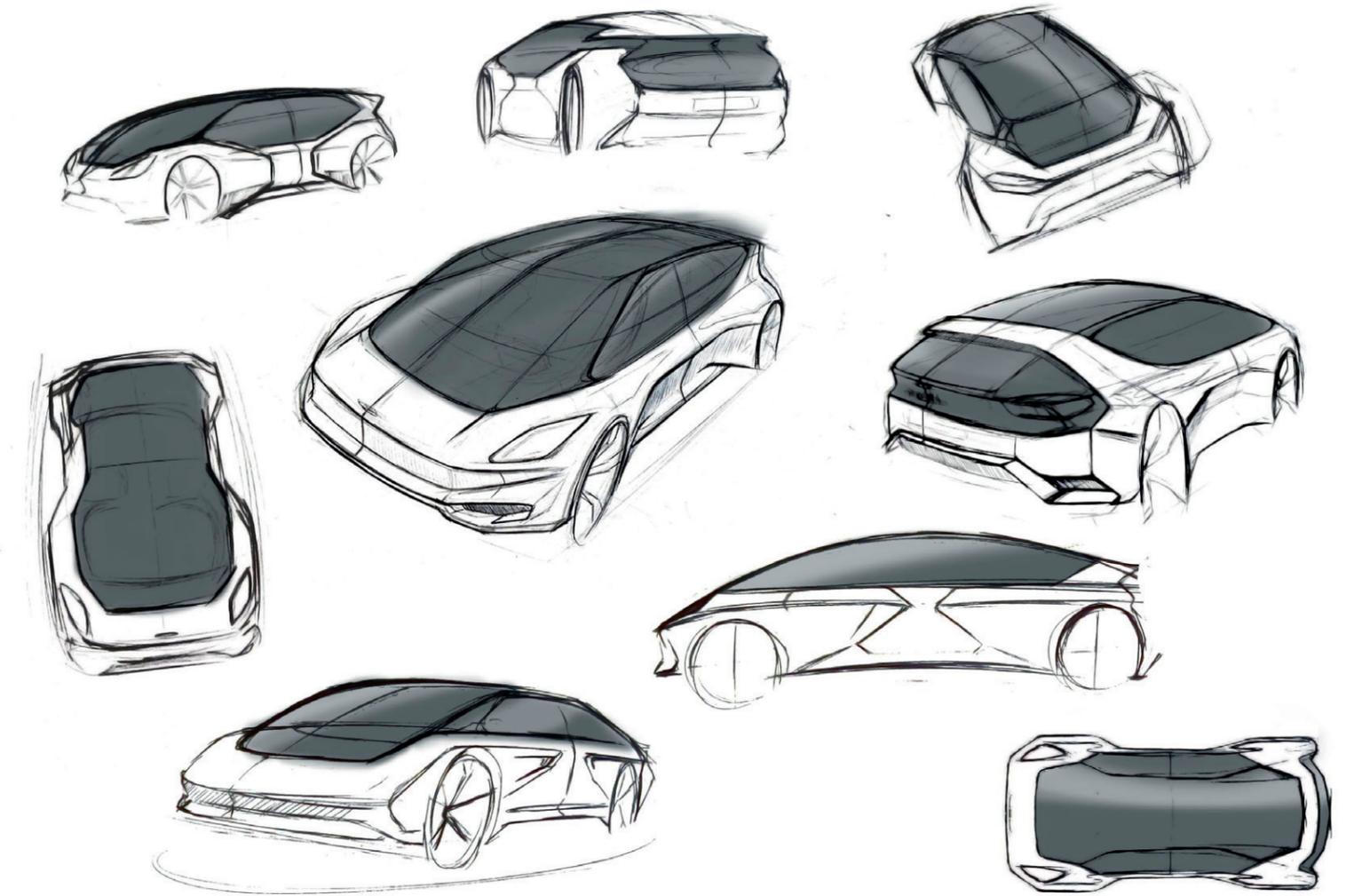


Abb. 42: Skizzen 1

7.3 CLAYMODELL

Für gewöhnlich sind zu Beginn des Modellingphase gewisse Parameter festgelegt, die nur leicht oder meist gar nicht verändert werden dürfen. Dazu zählt das Greenhouse, also Windschutzscheibe, Heck- und Seitenfenster, die sie trennenden Säulen, sowie das Dach. Außerdem ist der Radabstand sowie die Breite des Fahrzeugs zumeist schon festgelegt. Bei diesem Konzeptfahrzeug war lediglich der Radstand festgelegt. Dementsprechend mussten zunächst alle groben Parameter definiert werden. Auf den ersten zwei Bildern ist der grobe Clayauftrag zu erkennen, wobei bereits beim Auftrag versucht wurde, die Formgebung der Skizzen zu berücksichtigen. Auf der nächsten Seite ist zu sehen, wie Tapes genutzt wurden, um verschiedene Linien zu definieren. Mit den Tapes werden anfangs grobe Proportionen festgelegt. Ideen können schnell angelegt, visualisiert und gegebenenfalls auch wieder verworfen werden. Zu Beginn des Designprozesses war das Ziel den Fahrer so weit wie Möglich nach vorne zu setzen, um somit mehr Raum im Interieur zu gewinnen. Jedoch entsteht bei einer realistischen, eher aufrechten Sitzposition eine sehr unästhetische Formensprache, durch die aufgestellte Windschutzscheibe. Für ein ästhetisches dynamisches Design, bei dem der Fahrer weit vorne sitzt, müsste dieser eine unrealistische eher liegende Sitzposition einnehmen, damit die Scheibe in einem dynamischen Winkel verlaufen kann. Im Laufe des Prozesses, der mit Bildern dokumentiert wurde, ist zu erkennen, wie sich das Design von einem sportlichen, unförmigen Van zu einem ästhetisch, dynamischen Fahrzeug entwickelt, das durch schlichte Eleganz überzeugt.



Abb.43: Claymodell 1



Abb.44: Claymodell 2

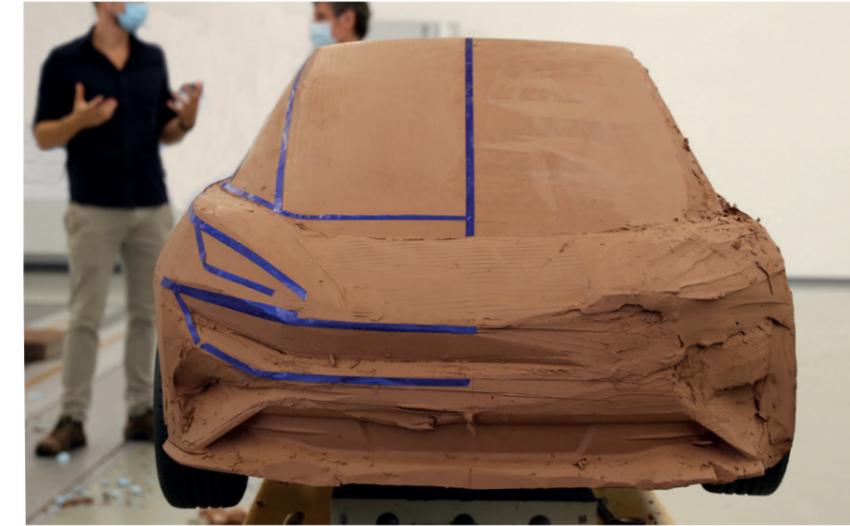


Abb.45: Claymodell 3

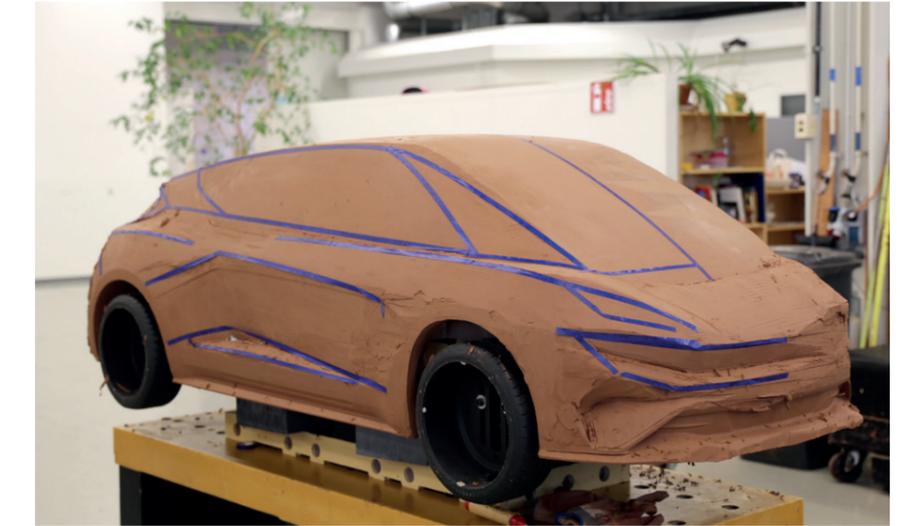


Abb.46: Claymodell 4

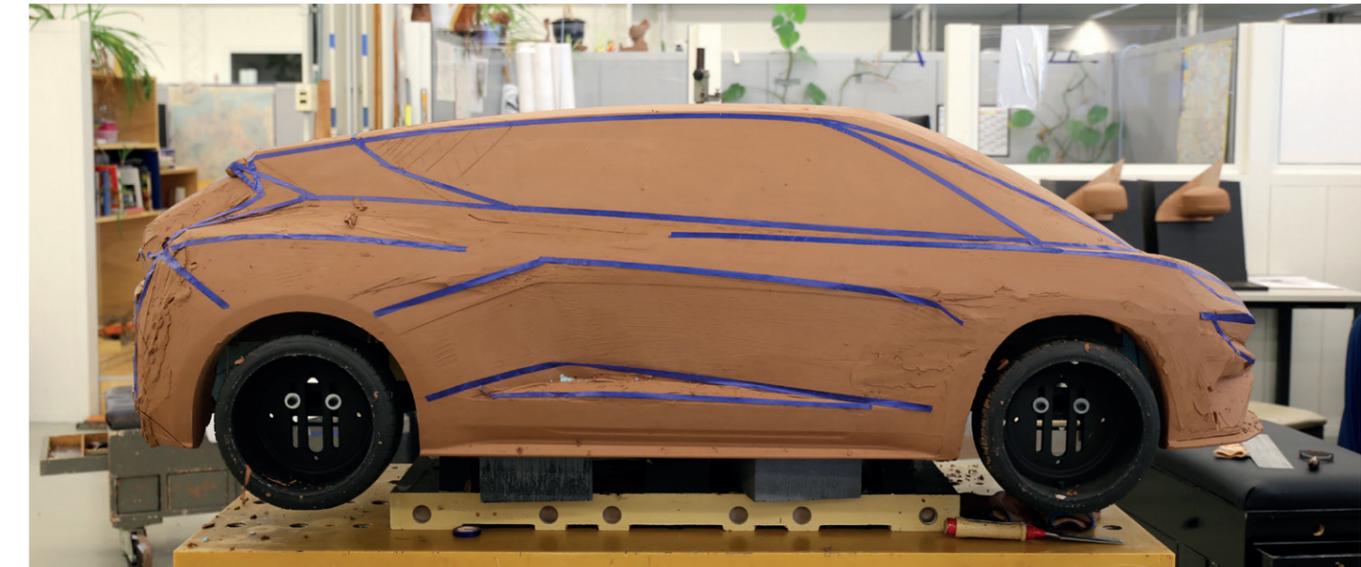


Abb.47: Claymodell 5

7.4 GRAVITY SKETCH

Das Programm Gravity Sketch wurde im Designprozess ebenfalls verwendet. Das Tool ermöglicht die Erstellung einer Skizze im virtuellen Raum. Und eine schnelle einfache Erstellung von Flächen. Zwar waren bis dato keine Erfahrungen mit diesem Tool vorhanden, dennoch wurde es verwendet, um zu erörtern, ob die Verwendung des Programms den Designprozess in Zukunft sinnvoll ergänzen könnte. Einige Prozesse für diese Arbeit mussten sich an den Arbeitsablauf in der Firma Ford, mit der kooperiert wurde, anpassen. Ein Termin zum Fräsen oder Scannen des Modells musste frühzeitig geplant werden, um den täglichen Arbeitsablauf und die laufenden Prozesse nicht zu stören. Nach kurzer Entwicklungszeit von ca. 3 Wochen bot sich unerwarteterweise eine spontane Möglichkeit zum Fräsen. Da bis zu diesem Zeitpunkt jedoch noch keine 3D-Daten erstellt wurden, kam hier die schnelle Entwicklung von Flächen in Gravitysketch zum Einsatz. Innerhalb eines kurzen Zeitraums wurde eine schnelle 3D-Skizze des Modells erstellt (siehe rechts), die daraufhin an eine Seite des Modells gefräst wurde. Dadurch, dass nur eine Seite gefräst wurde, konnte die bisherige Arbeit am Claymodell erhalten bleiben und beide Seiten konnten miteinander verglichen werden. Natürlich konnte in so kurzer Zeit kein ausgereiftes Modell entwickelt werden. Jedoch zeigt es, dass Gravity Sketch besonders im Prozessbeginn ein sinnvolles Tool sein kann, welches auch im professionellen Bereich Anwendung finden kann.

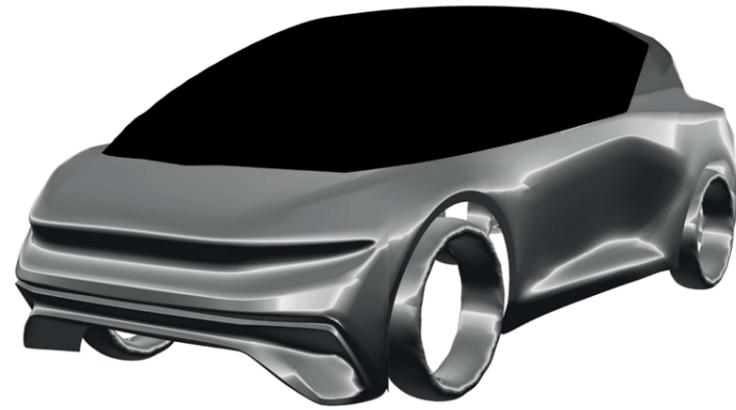


Abb.48: Gravity Sketch Modell 1

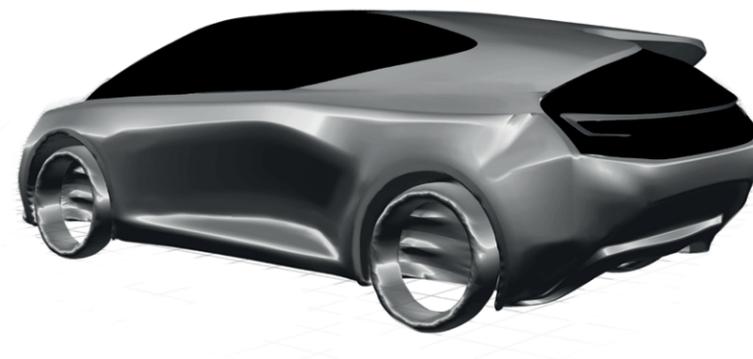


Abb.49: Gravity Sketch Modell 2



Abb.50: Claymodell 6



Abb.51: Claymodell 7



Abb.52: Claymodell 8



Abb.53: Claymodell 9



Abb.54: Claymodell 10

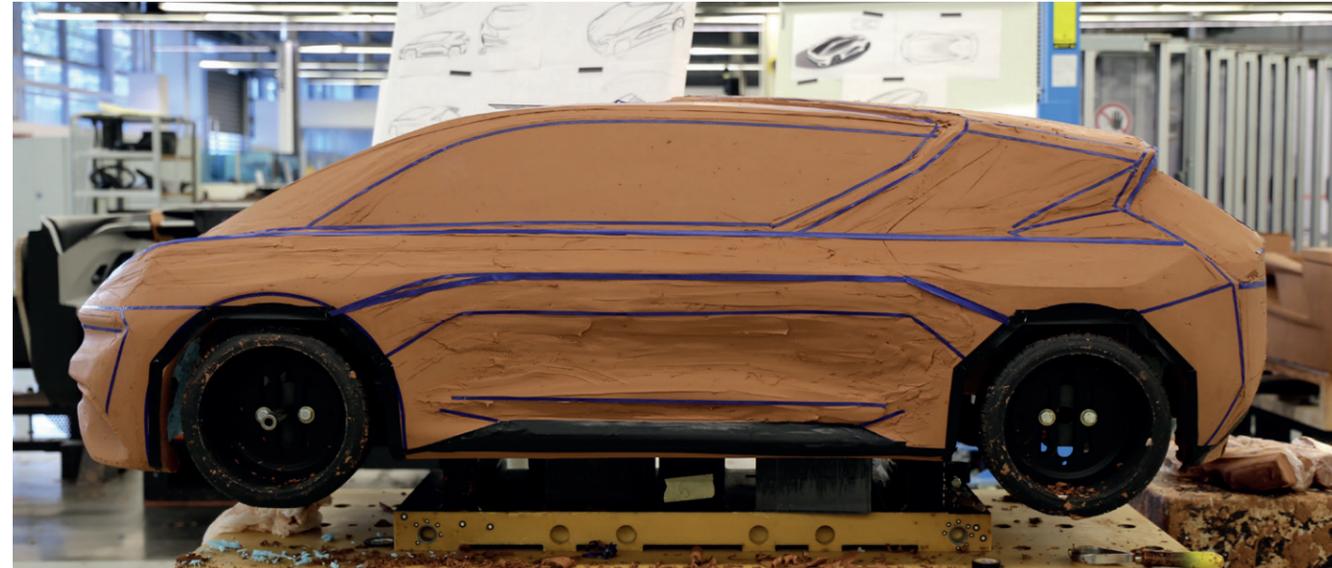


Abb.55: Claymodell 11

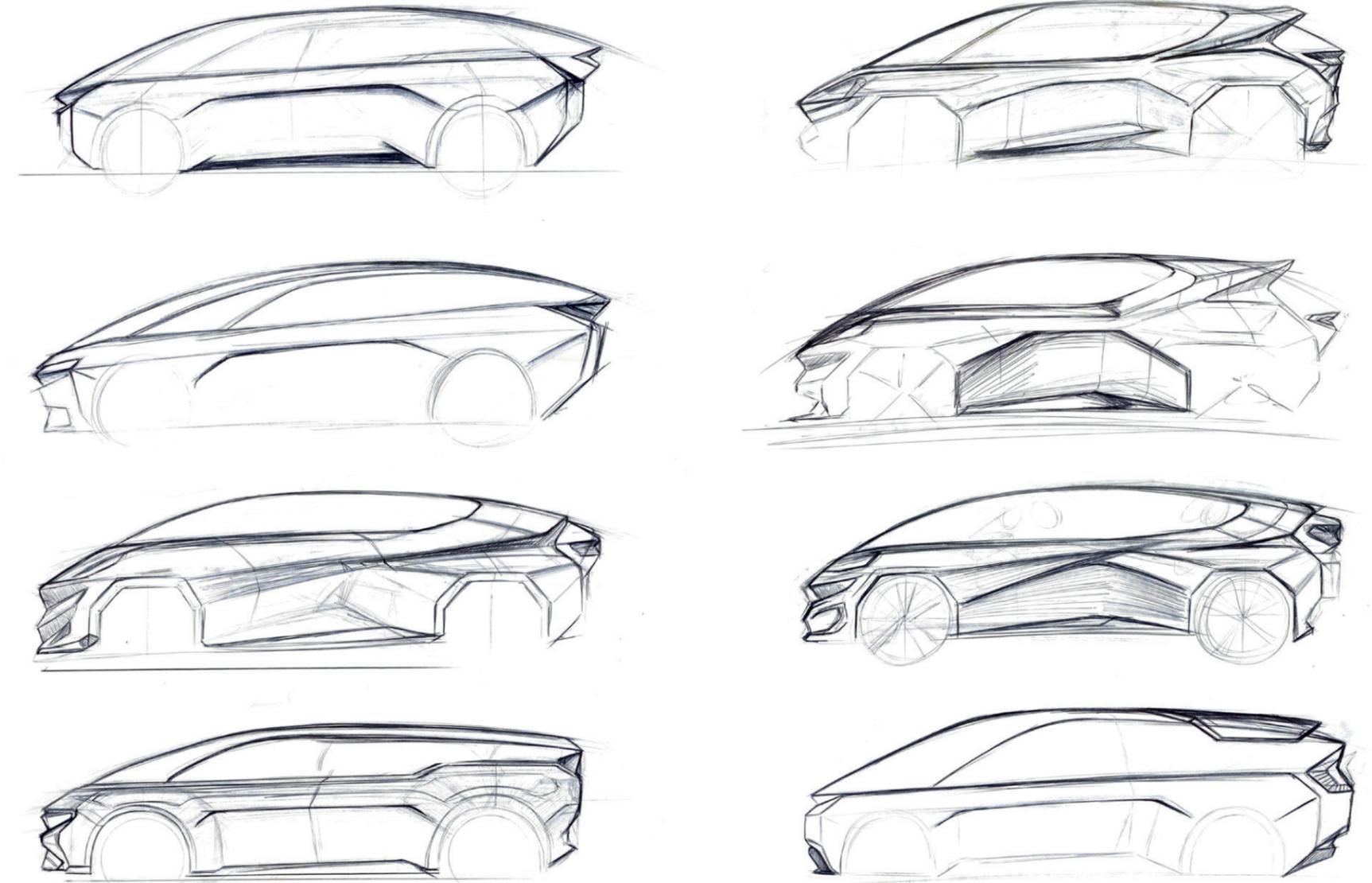


Abb.56: Skizzen 2

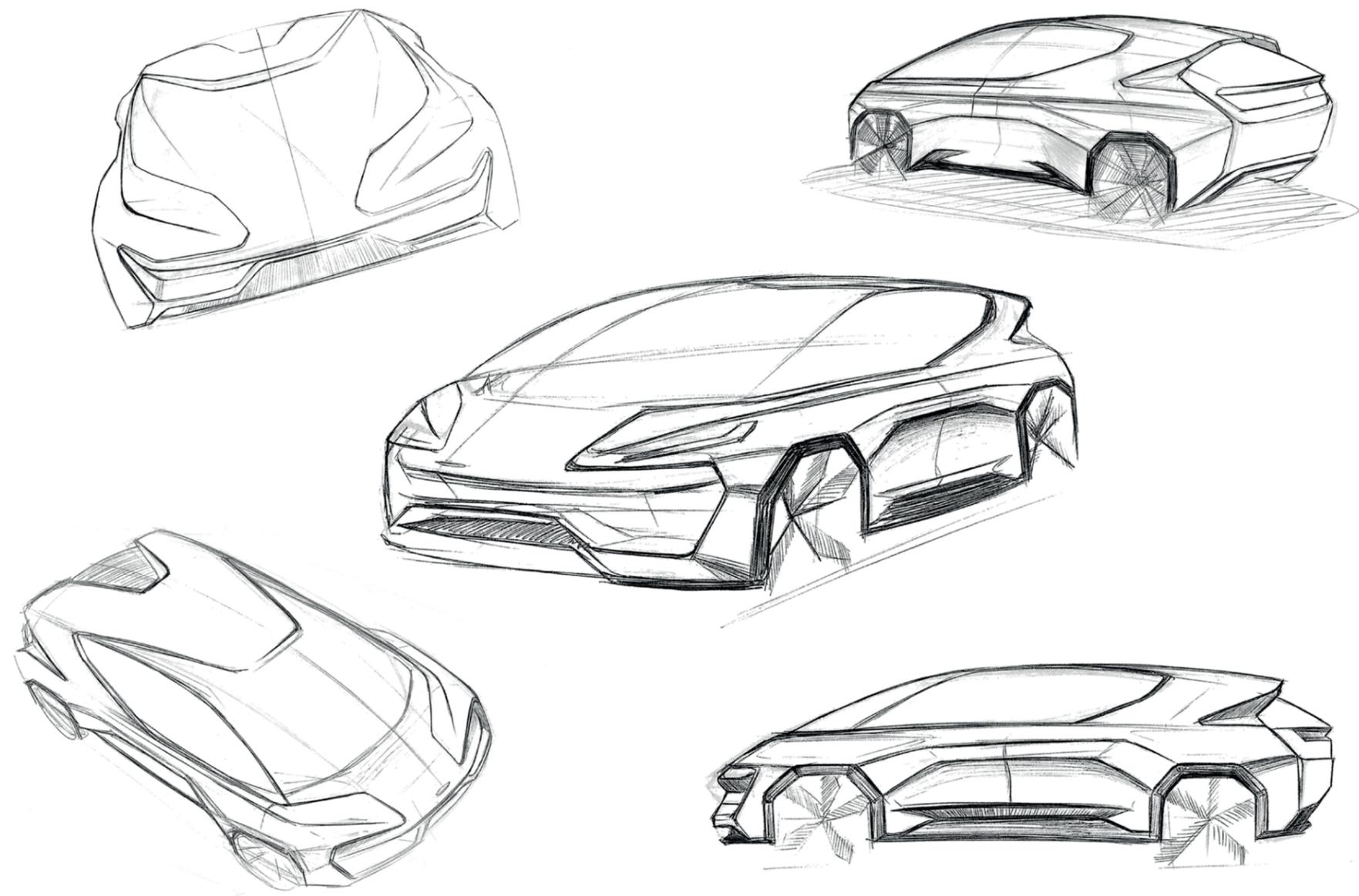


Abb.57: Skizzen 3



Abb.58: Claymodell 12



Abb.59: Claymodell 13

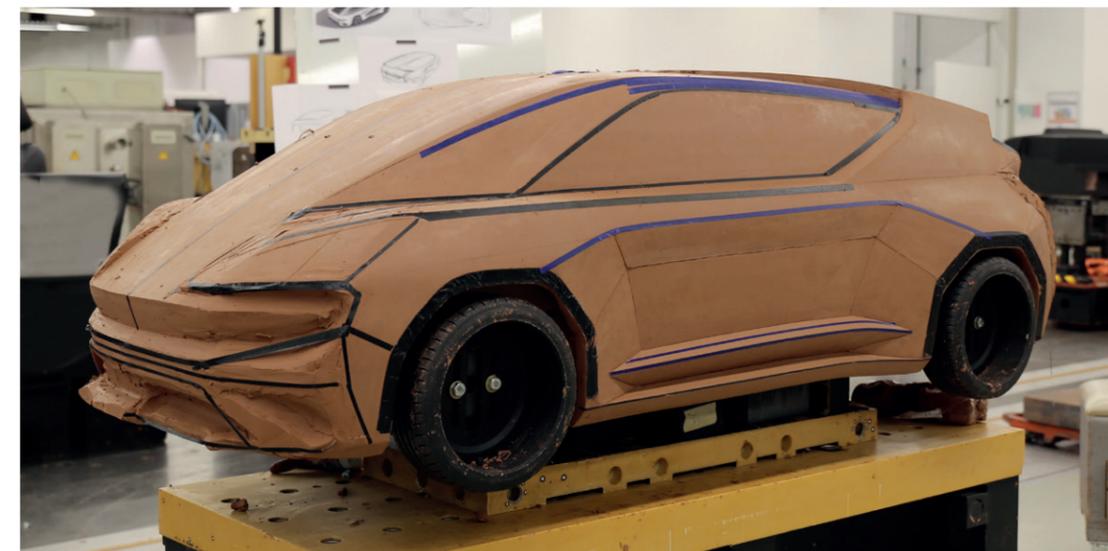


Abb.60: Claymodell 14

7.5 KONZEPT REFINEMENT

Im Laufe des Prozesses sowie laufenden Recherchen wurde das Grobkonzept immer mehr verfeinert. Zu Beginn des Designprozesses standen die Passagiere im Vordergrund. Bei dem Versuch den Passagieren im Fahrzeuginneren immer genügend Platz zu bieten wurde die freie Gestaltung eingeschränkt. Als Anhaltspunkt für die Fahrerposition und die der anderen Passagiere wurde der ID4 von VW gewählt. Da dieser den gleichen Radstand besitzt und die Größe ungefähr der Größe des Grobkonzepts entspricht. Jedoch sieht das Konzept nicht vor, die vorhandene Technik zu nutzen, sondern soll einen Einblick in die Zukunft gewähren. Wie bereits erwähnt kann der Platz für technische Bauteile in Zukunft reduziert werden. Dies war zwar bereits zu Beginn definiert, wirkte sich jedoch erst ab diesem Zeitpunkt auf das Modell und das Design aus. Durch die Entscheidung sich mehr Freiheit in der Gestaltung zu gewähren, konnte ein viel ästhetischeres Design entwickelt werden.

Durch fortwährenden Recherchen wurden andere zukunftsorientierte Konzepte entdeckt, die einen besseren Einblick darauf gewähren, wie viel Platz in Zukunft für technische Bauteile benötigt werden. Ein gutes Beispiel dafür, wie viel Freiraum vor allem im Vorderraum eines Fahrzeugs dadurch entstehen kann, zeigt die Firma Canoo. Die Firma will ihr Fahrzeug 2022 auf die Straße bringen. Die Abbildung 61 zeigt das Fahrzeug. Abbildung 62 zeigt die Plattform und den Platz, den die Batterie des Fahrzeugs beansprucht. Das Lenkrad hat keine mechanische Verbindung zu den Rädern. Dieses System wird „Steer by Wire“ genannt und ermöglicht den Freiraum im vorderen Bereich, der auf der Abbildung 63 zu sehen ist. Trotz der fla-

chen Batterie soll eine Reichweite von 400 km erreicht werden. Dieses Fahrzeug zeigt deutlich welche Vorteile die Platzersparnisse der technischen Bauteile hervorbringen können. Außerdem bietet es eine realistische Grundlage für das eigene Konzept den Ford Horizon. Die Sitzposition kann im Vergleich zu anderen bestehenden Fahrzeugen tiefer gesetzt werden und weiter nach vorne. Insofern dabei der Bewegungsradius der Beine nicht mit dem Radkasten kollidiert. Dies führte zu einem flacheren Design und trotzdem mehr Komfort im Innenraum.



Abb.61: Canoo Exterieur



Abb.62: Canoo Plattform



Abb.63: Canoo Interieur

„Einfachheit ist die höchste Form der Raffinesse.“

- Leonardo Da Vinci

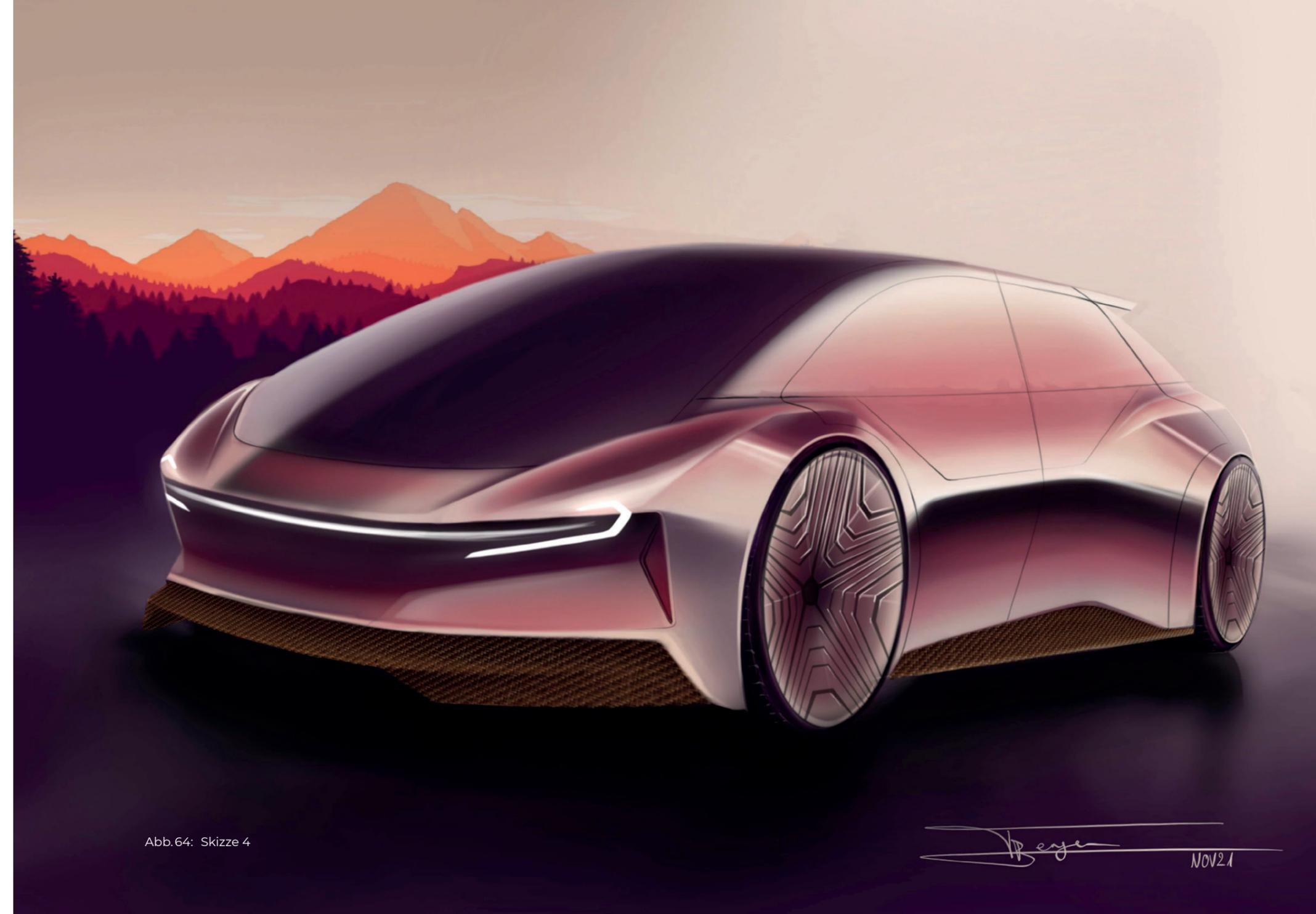


Abb.64: Skizze 4



Abb. 65: Skizze 5

„Gutes Design ist so wenig Design wie möglich.“

- Dieter Rams

7.6 MINIMALISMUS

Nach dem Vorbild dieser zwei Ikonen in Kunst und Design wurde auch mir im Laufe des Prozesses bewusst, dass mein Design minimalistischer werden musste. Eine minimalistische Designsprache wird vermutlich in der Automobilbranche in Zukunft immer häufiger zu sehen sein. Denn das Exterieurdesign von Fahrzeugen wurde in den letzten Jahren immer extremer. Der Konsument hat sich satt gesehen an der Vielzahl von Formen und Linien. Somit liegt die Vermutung nahe, dass die Gestaltung sich in Zukunft auf das Wesentliche reduzieren wird. Die letztendliche Umsetzung darf bei dieser Designsprache jedoch nicht an Emotionalität verlieren. Der Konsument will auch in Zukunft, beim Kauf eines Privatfahrzeuges, sich mit diesem identifizieren können. Ab diesem Zeitpunkt wurde die Vision des letztendlichen Fahrzeug klarer. Die zuvor gezeigten Sketche entstanden nach dem Entschluss, das Design auf das Wesentliche zu reduzieren. An diesen Sketchen wurde sich zunächst auch orientiert bei der Entwicklung des Claymodells. So wurde die Designsprache des Fahrzeugs ruhiger. Die Proportionen gewannen an Bedeutung. Diese sind zwar immer von Bedeutung bei der Gestaltung eines Fahrzeugs, jedoch wird die Sicht darauf viel klarer, wenn beispielsweise die Bodyside nicht mehr durch weitere Linien, sogenannten featurelines, unterbrochen wird. Die Dynamik reduzierte sich auf wesentliche Designelemente, die im Automobildesign als sportlich wahr genommen werden. Dazu zählt der starke Einzug des hinteren Bereiches des Greenhouse, was allgemein als Tropfenform bekannt ist und die damit entstehenden „dicken Backen“ über den Hinterrädern. Ungewöhnlich für diese Art von Fahrzeug ist das relativ flache und breite Design. Dabei wurde darauf geachtet die Flächen-

anzahl an der Front und am Heck zu reduzieren, sowie auf unnötige Elemente zu verzichten. Durch eine einheitliche klare Formensprache aus allen Ansichten, sowie ein durchgezogenes Linienbild entsteht eine eindeutige geschlossene Designsprache. Während des Modellierungsprozesses wird, immer wieder Dinocfolie auf das Fahrzeug angebracht, um zu beurteilen, wie die Oberflächen wirken, wenn sie lackiert wären. Wie sich das Licht auf den Flächen verhält und wie die Highlights laufen. So wie in den nachfolgenden Bildern zu sehen. Fehler in den Flächen können einfacher visuell wahrgenommen und anschließend ausgebessert werden.

Zwei Designelemente wurden zu dem Zeitpunkt in das Design integriert, die auch in den Zeichnungen zu sehen sind. Zum einen wurden die Anbauteile, die heutzutage aus Plastik bestehen, durch ein nachhaltigeres Material ersetzt. In der vorangegangenen digitalen Zeichnungen wurden die Teile in einem Naturfaser-Kunststoff-Verbund dargestellt. Hier wurde ein Material der Firma Cropfiber⁹⁶ verwendet. Als weiteres mögliches Material das in diesem Bereich Anwendung finden könnte und gleichzeitig einen Bezug zur Nachhaltigkeit bietet, wurde ein Material der Firma Hardcork⁹⁷ definiert. Dies ist ebenfalls ein Naturfaserverstärkter Verbundwerkstoff aus Kork. Zusätzlich wurde schaltbares intelligentes Glas, auch Smart-Glas genannt, in das Design integriert. Dieses kann auf Knopfdruck die Lichtdurchlässigkeit verändern. So könnte im autonomen Modus die Lichtdurchlässigkeit der Fensterscheibe verändert werden. Für eine entspannte, private Atmosphäre durch weniger Lichteinfall im Innerem.

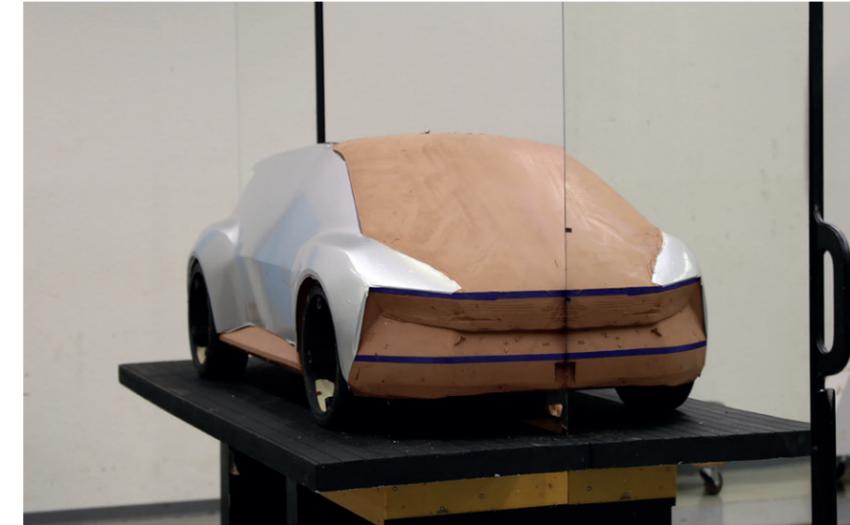


Abb.66: Claymodell 15



Abb.67: Claymodell 16



Abb.68: Claymodell 17

7.7 DER ERSTE SCAN

Als das Claymodell an einem Entwicklungspunkt angelangt war, der nur noch kleinere Änderungen erforderte, wurde das Modell zum ersten Mal gescannt und gespiegelt. Um das Modell in seiner Gesamtheit zu betrachten und zu beurteilen wurde bis dato immer ein Spiegel in die Mitte des Modells gestellt. Durch das Übertragen der Flächen auf die andere Seite können die Fehler, die in der Mitte des Fahrzeugs entstehen, ausgebessert werden. Die gescannten Daten wurden genutzt, um das Design präzise voranzutreiben. Dafür wurde das Polygonmodell, in Keyshot, in verschiedenen Ansichten gerendert und danach digital bearbeitet und überzeichnet. So konnten schnell verschiedene Designs skizziert werden, um dann zu entscheiden, mit welchem Sketch weiter gearbeitet werden sollte. Auf diese sowie den nachfolgenden Seiten, ist als Erstes das unveränderte Polygonmodell zu sehen, die darauf folgenden Bilder sind die Designvorschläge. Das letzte Bild auf der Seite ist welches genutzt wurde, um es im Claymodell einzuarbeiten. An der Bodyside des Fahrzeugs wurde in diesem Status nicht mehr viel verändert, daher wurden hier nicht mehrere Variationen gezeichnet. Des Weiteren wurde in dieser Phase der Designentwicklung die Lampengrafik definiert. Bei der Front wurden dabei sehr viele verschiedene Varianten ausprobiert. Dies geschah zum einen, weil die Front, das „Gesicht“ des Fahrzeugs als besonders wichtig gilt. Zum anderen können mithilfe von Photoshop sehr schnell aussagekräftige Varianten geschaffen werden.

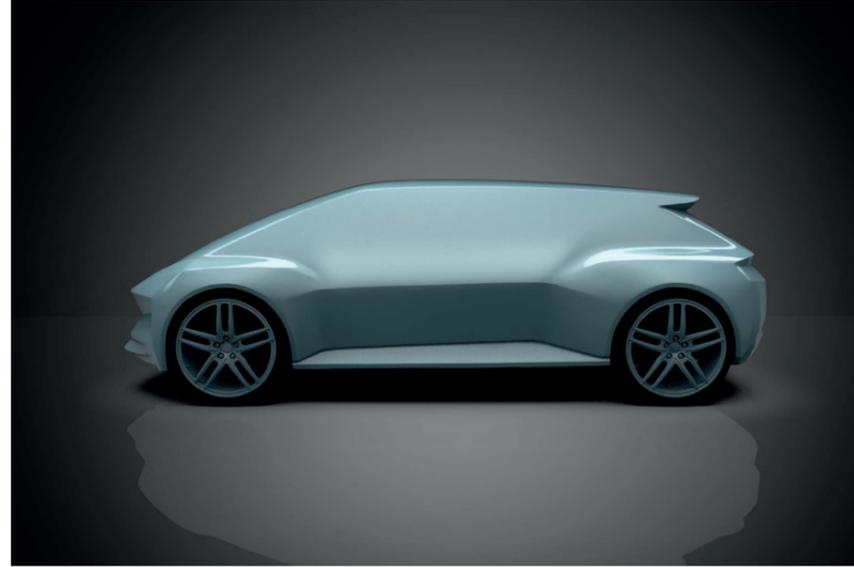


Abb.69: Polygonmodell 1

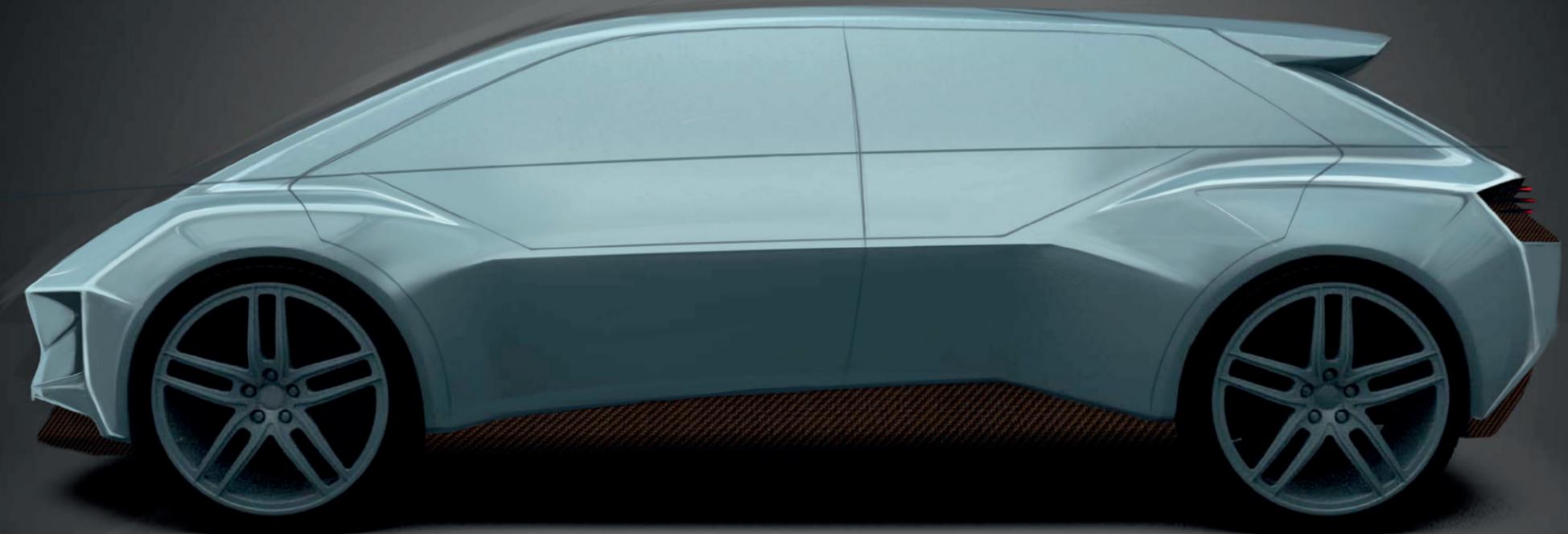


Abb.70: Skizze 6

7.7.1 Three-Quarter Front view

In dieser Ansicht ist gut zu erkennen, wie versucht wird, die Seitenansicht und die Front in Einklang zu bringen. Die Main-feature-line wird visuell in der Front weiter geführt, so entsteht ein einheitliches Gefühl. Der Kontrast von Schatten und Licht soll vorne ähnlich wirken wie an der Seite. Außerdem wurde mit der Implementierung des nachhaltigen Materials experimentiert. Dem Material mehr Raum zu geben, so wie es in der letzten Designvariation zu sehen ist, wirkt interessant und gibt dem Material mehr Aufmerksamkeit, jedoch wurde dieser Gedanke später wieder verworfen, um das Design auch vorne minimalistischer und ruhiger zu halten.



Abb.71: Polygonmodell 2

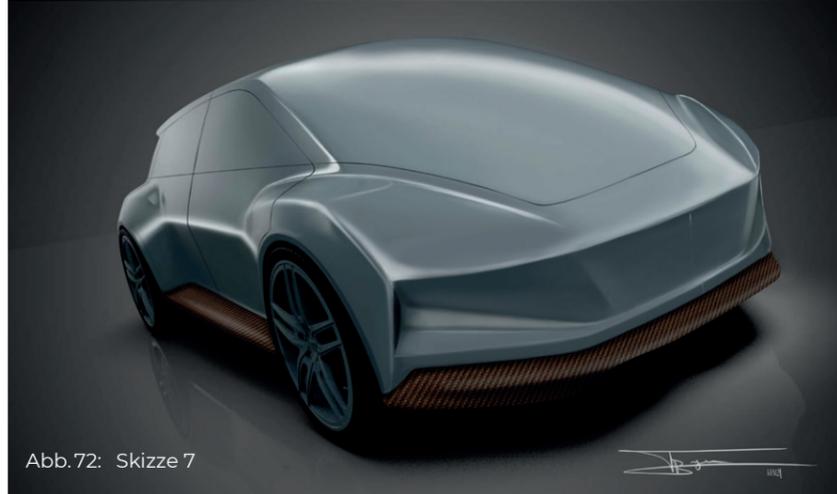


Abb.72: Skizze 7

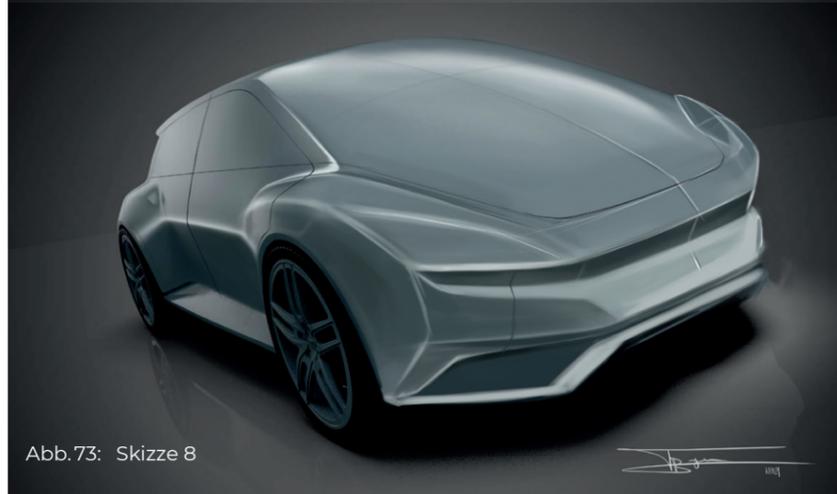


Abb.73: Skizze 8

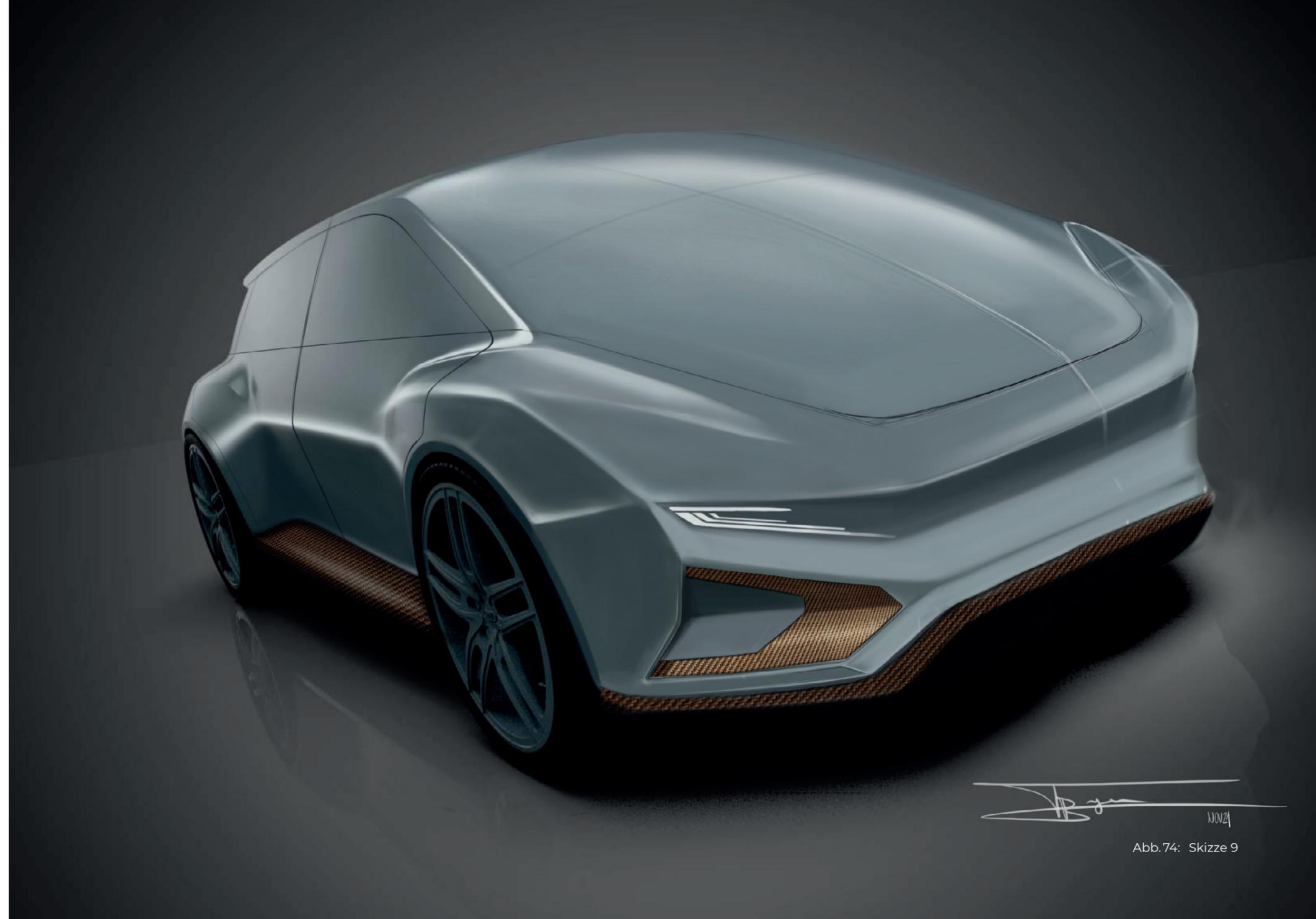


Abb.74: Skizze 9

7.7.2 Three-Quarter Rear view

Auch hier wurde die Dreiviertelansicht gewählt, um die Verbindung von Seite und Heck zu definieren. Das Heck entsprach bereits weitestgehend der persönlichen Vorstellung. Die Ansicht zeigte, dass Seite und Heck bereits eine einheitliche Sprache sprechen. Somit musste auch hier keine großen Veränderungen vorgenommen werden. Ideen für die Lampengrafik wurden definiert und die Entscheidung fiel auf die drei Streifen, die im späteren Verlauf zwar beibehalten, jedoch leicht modifiziert wurden.



Abb. 75: Polygonmodell 3



Abb. 76: Skizze 10



Abb. 77: Skizze 11



Abb. 78: Skizze 12

7.7.3 Front

Die Front des Fahrzeugs unterlag der größten Veränderung. In diesen Zeichnungen ist bereits eine Veränderung zu der Dreiviertelansicht der Front zu erkennen. Die Skizze, mit der hier letztendlich weiter gearbeitet wurde, ist um einiges schlichter. Durch die Vereinfachung wirkt das gesamte Fahrzeug harmonischer. Daher wurden die Lufteinlässe an den Seiten, die lange Zeit beibehalten wurden, geschlossen. Diese wirkten zu sportlich und aggressiv. Bei großen einfachen Flächen kann es schnell passieren, dass sie langweilig oder zu schwer wirken. Die Schwierigkeit in diesem Bereich lag also darin, ein harmonisches Verhältnis der Flächen zueinander zu schaffen.



Abb. 79: Polygonmodell 4



Abb. 80: Skizze 13



Abb. 81: Skizze 14

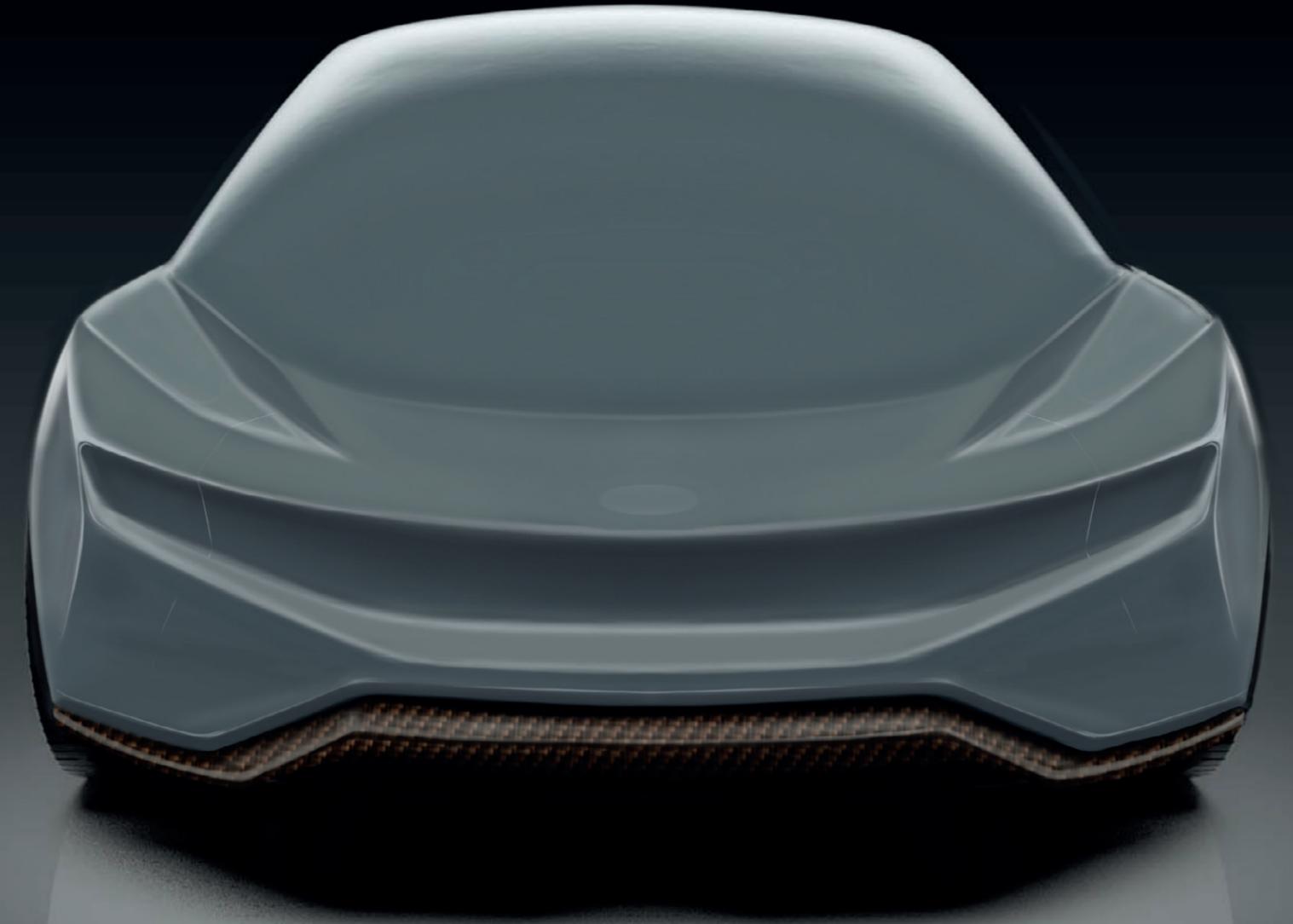


Abb. 82: Skizze 15

7.7.4 Lichtgrafik

Wie bereits erwähnt wurden für die Lampengrafik viele mögliche Varianten ausprobiert. Letztendlich fiel die Entscheidung auf ein vertikales Design. Diese Entscheidung wurde aus mehreren Gründen getroffen. Bei der Betrachtung der verschiedenen Variationen fällt auf, dass viele lange Horizontale Variationen dabei sind. Diese sind zwar sehr gefällig, jedoch wirken sie häufig aggressiv. Daher wird diese Art der Lampengrafik auch als „angry eyes“ bezeichnet. Außerdem findet sich diese Art der Lampengrafik heutzutage sehr häufig in Fahrzeugen wieder. Zum Teil fiel die Entscheidung auf die vertikale Ausrichtung der Lampengrafik, um einen Eyecatcher zu schaffen, diese Art der Lampengrafik ist selten. Dennoch fügt sie sich stimmig in das Design ein durch seine Formsprache. Es wirkt sportlich, dynamisch jedoch nicht aggressiv. Durch die drei Elemente wird eine gewisse Tiefe erzeugt. Die Fahrzeugbreite wird hierdurch visuell verstärkt.



Abb.83: Skizze 16



Abb.85: Skizze 18

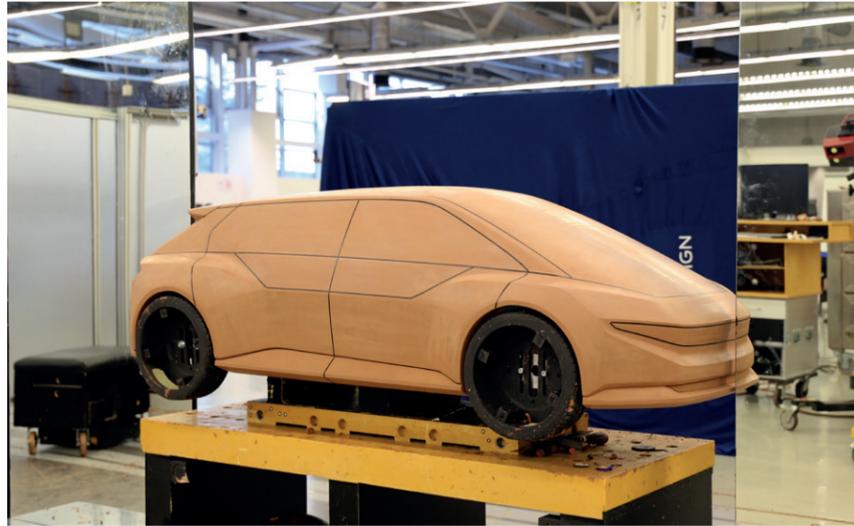


Abb.86: Claymodell 18



Abb.87: Claymodell 19

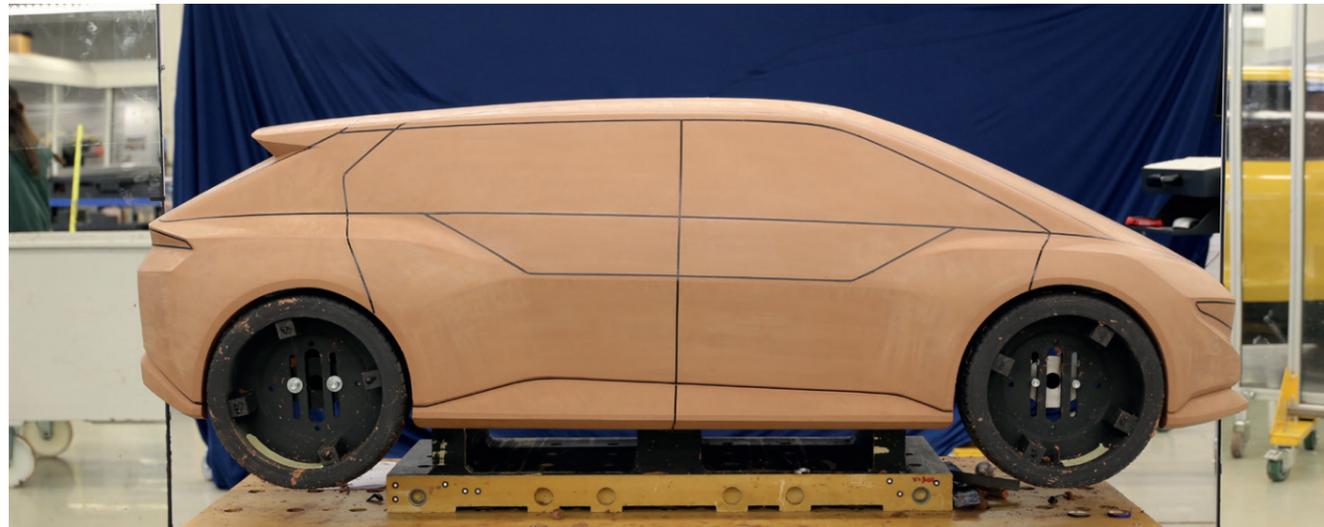


Abb.88: Claymodell 20

7.8 FUGENGESTALTUNG

Nachdem alle Flächen genau definiert und ausgearbeitet wurden, fehlten nur noch die Fugen der Fenster und Türen. Fugen haben eine höhere Bedeutung für das Design, als es für die meisten Menschen den Anschein hat. Sie können dazu beitragen, die Designsprache des Fahrzeugs zu unterstützen, auch wenn sie nur passiv wahrgenommen werden. Prägnant an diesem Konzept ist die Fuge, die einmal komplett um das Fahrzeug herum läuft. Leicht überspannt und nach vorne gelehnt, vermittelt sie in ihrer Länge eine gewisse Eleganz und Dynamik. Ungewöhnlich große Türen lassen einen einfachen Einstieg vermuten. Die Vergrößerung der Scheibenfläche wirkt ungewohnt, jedoch wirkt die durchgezogene Fuge dem entgegen. Somit wird eine Symbiose geschaffen zwischen etwas Neuem und etwas Gewohntem. Die Scheiben sind so angelegt, dass der obere Teil der Scheibe sich nicht herunterfahren lassen kann. Nur der kleinere untere Teil der Scheibe lässt herunterfahren.

Die Linien wurden mit einem dünnen Tape geklebt, um sie aus allen Perspektiven beurteilen zu können. Erst, wenn die Tapes aus allen Perspektiven sauber laufen, wird die Fuge mit einem Fugeneisen ins Modell eingearbeitet.

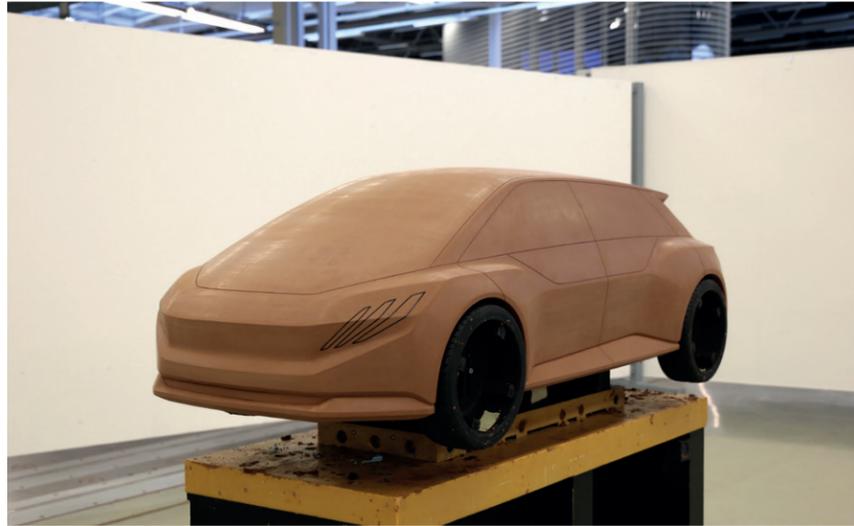


Abb.89: Claymodell 21



Abb.90: Claymodell 22



Abb.91: Claymodell 23

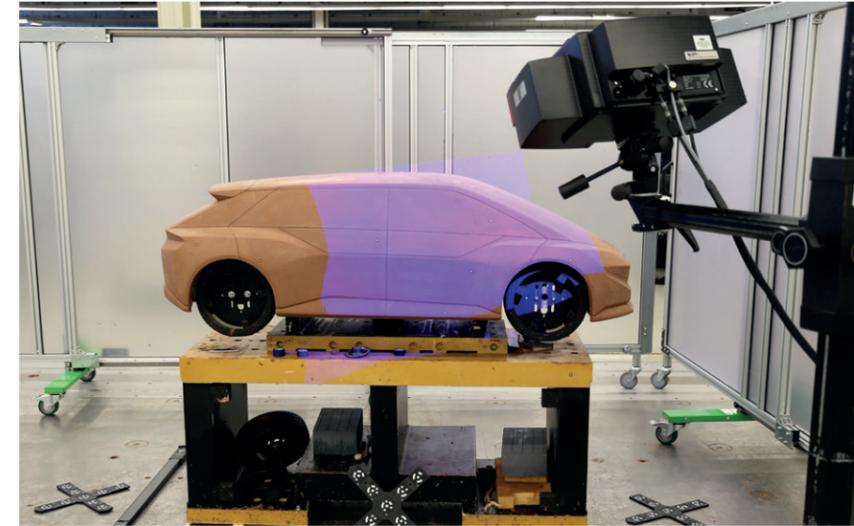


Abb.92: Claymodell Scan 1

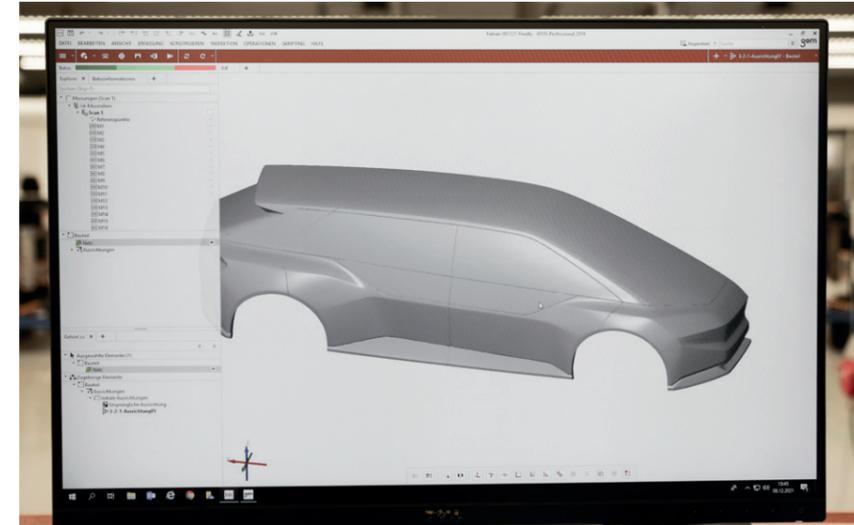


Abb.93: Claymodell Scan 1

7.9 LETZTE SCHRITTE

Nach der Fertigstellung des Modells wurde es ein letztes Mal gescannt. Der Scan wurde, dankenswerterweise, von einem dafür geschulten Mitarbeiter ausgeführt. Aus dem Scan entsteht ein Polygonmodell, welches für gewöhnlich dazu genutzt wird, um darauf basierend, mit einem 3D Programm, saubere Flächen zu bauen. Mithilfe der ausgearbeiteten 3D-Daten können dann Prototypen oder Werkzeugteile für die Produktion erstellt werden. Jedoch sollten mithilfe der Daten, nur digitale Renderings erstellt werden. Dafür reicht das Polygonmodell aus, daher wäre das Nachbauen der Flächen in diesem Fall, ein unnötiger zeitaufwendiger Schritt. So wurde der Datensatz direkt genutzt für die digitalen Renderings.



Abb.94: Claymodell 24

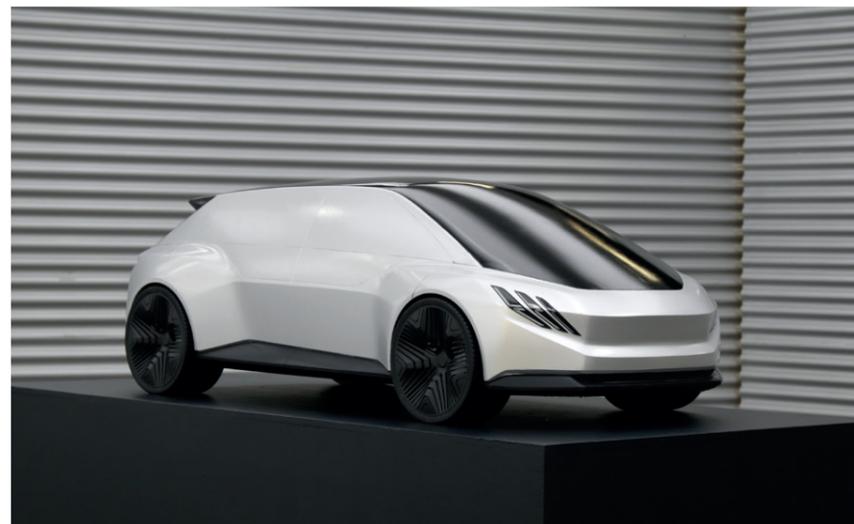


Abb.95: Claymodell 25

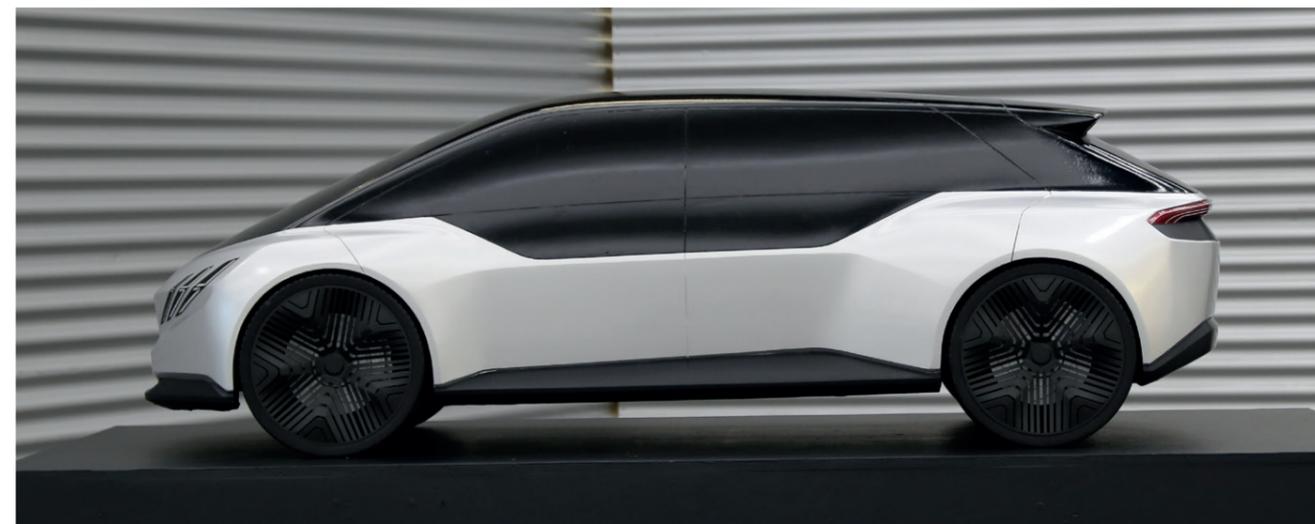


Abb.97: Claymodell 27

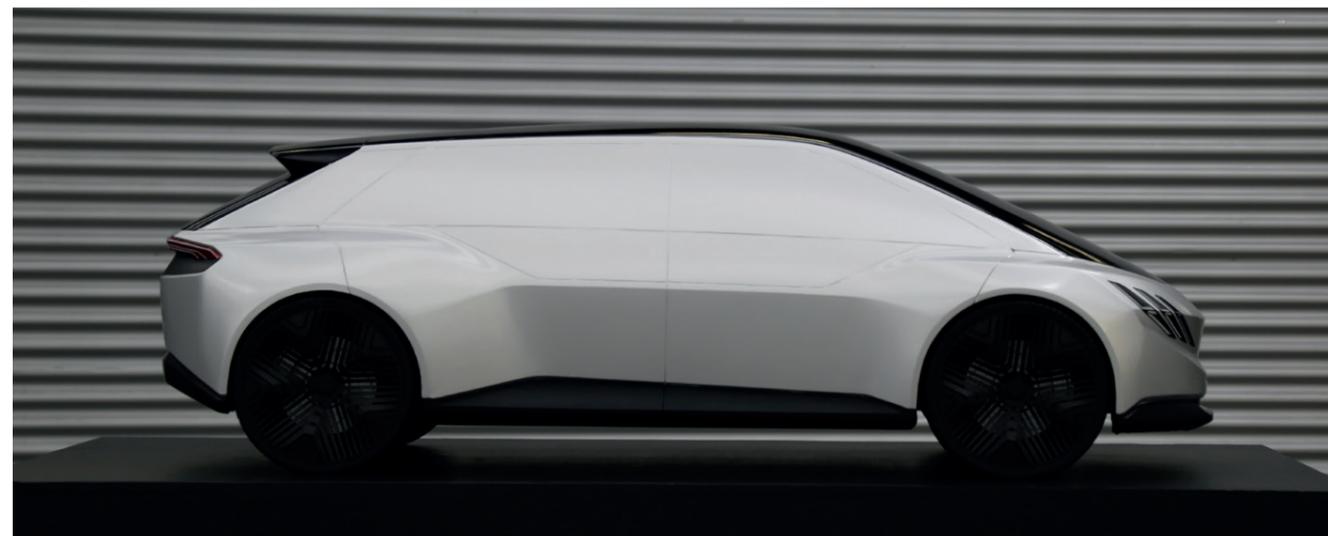


Abb.96: Claymodell 26



Abb.98: Claymodell 28



Abb.99: Claymodell 29

7.10 FINISH

Abschließend wurde für die Abschlusspräsentation Dinocfolie auf das gesamte Modell aufgebracht. So wird der Lack des Fahrzeugs imitiert und es bietet eine Aussicht darauf, wie das Fahrzeug später einmal aussehen könnte. Da die Farbauswahl der Folien begrenzt ist, wurde für die Bodycolor einfaches Silber verwendet. Die Scheiben werden immer in glänzendem Schwarz foliert. Die Anbauteile, die in dem Konzept aus einem nachhaltigen Material bestehen, wurden in einfachen Mattschwarz dargestellt. Um zu verdeutlichen, wie das Fahrzeug im autonomen oder dem „Private-Mode“ aussehen könnte, wurden die Scheiben auf der einen Seite in Silber foliert. So soll ein besseres Bild davon entstehen, wie es das Fahrzeug in diesem Modus von Außen wirken könnte. Außerdem wurden für das Modell Felgen entworfen und diese mit Reifen gedruckt, um ein realistischeres Bild zu schaffen. Die Lichtgrafik vorne und hinten wurde mit weißen Tapes auf das Dinoc geklebt.



Abb.100: Claymodell 30

7.11 TECHNISCHE DETAILS

Nach dem Konzept Refinement wurde die Größe des Fahrzeugs reduziert. Die Größe des Fahrzeugs entspricht nicht mehr dem eines klassischen MPV. Die äußeren Maße sind zum Teil wesentlich kleiner als beispielsweise beim Ford S-Max, jedoch sollte der Innenraum dennoch ähnlich viel Platz bieten. Mit einer Gesamtlänge von 4370 mm ist der Horizon kürzer als viele vergleichbare Modelle und somit gut handelbar. Das Einparken wird so nicht zu einer unnötigen Herausforderung. Einige Zukunftskonzepte neigen dazu extrem große Fahrzeuge darzustellen, um ein riesiges Wohnzimmer ähnlichen Innenraum zu schaffen. Beispielsweise der Renault EZ Ultimo⁹⁸ mit einem atemberaubenden Interieur. Jedoch hat das Konzept von Renault eine Länge von 5,70 Meter und eine Breite von 2,20 Meter. Ähnlich wie das Fahrzeugkonzept EVE der Firma NIO⁹⁹ mit einem Radstand von 3,52 Meter, einer Gesamtlänge von 5,20 und einer Breite von 2,10 Meter. Bei diesen Ausmaßen ist ein riesiges Interieur nicht verwunderlich. Fraglich hingegen ist, ob wir diese Größe von Fahrzeugen jemals auf den Straßen sehen werden. Abgesehen davon, dass es auf europäi-

schen Straßen sehr eng werden würde, stellt sich die Frage, ob diese Entwicklung in Zukunft wirklich wünschenswert ist. Das Fahrzeugkonzept soll zeigen, dass diese Ausmaße nicht notwendig sind für einen komfortablen Innenraum. Daher wurden zum direkten Vergleich zwei Fahrzeuge gewählt, die realistische Außenmaße besitzen und dessen Fahrzeuggröße ungefähr der Größe des Konzepts entsprechen. Auf der nachfolgenden Seite sind drei Silhouetten, die des Ford S-Max, des VW ID4 und die des Ford Horizon, zum Vergleich übereinander gezeichnet. Auch die Fahrerposition des ID 4 und die des Horizon ist eingezeichnet. Dabei lässt sich erahnen, wie viel Platz gewonnen wird alleine durch die veränderte Fahrerposition. In der Tabelle sind die genauen Maße eingetragen zum direkten Vergleich.

	Radstand	Länge	Breite	Höhe
■ Ford Horizon	2677mm	4370mm	1950mm	1500mm
■ Ford S-Max	2850mm	4796mm	1916mm	1655mm
■ VW ID.4	2677mm	4584mm	1852mm	1612mm

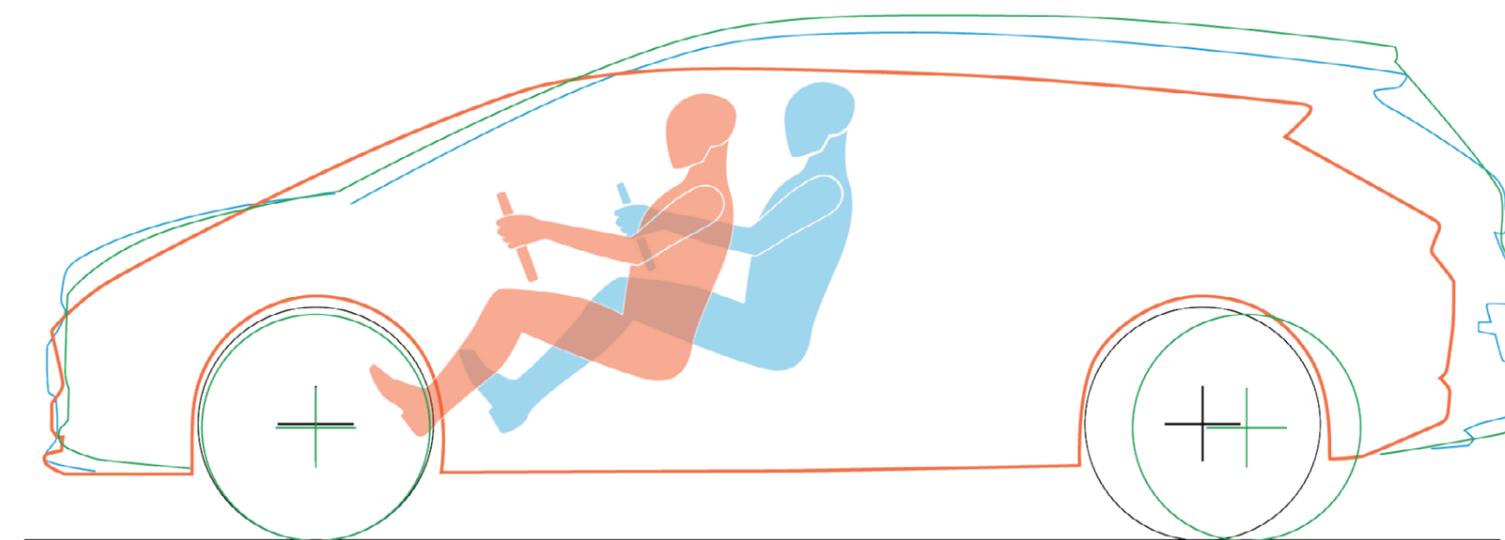
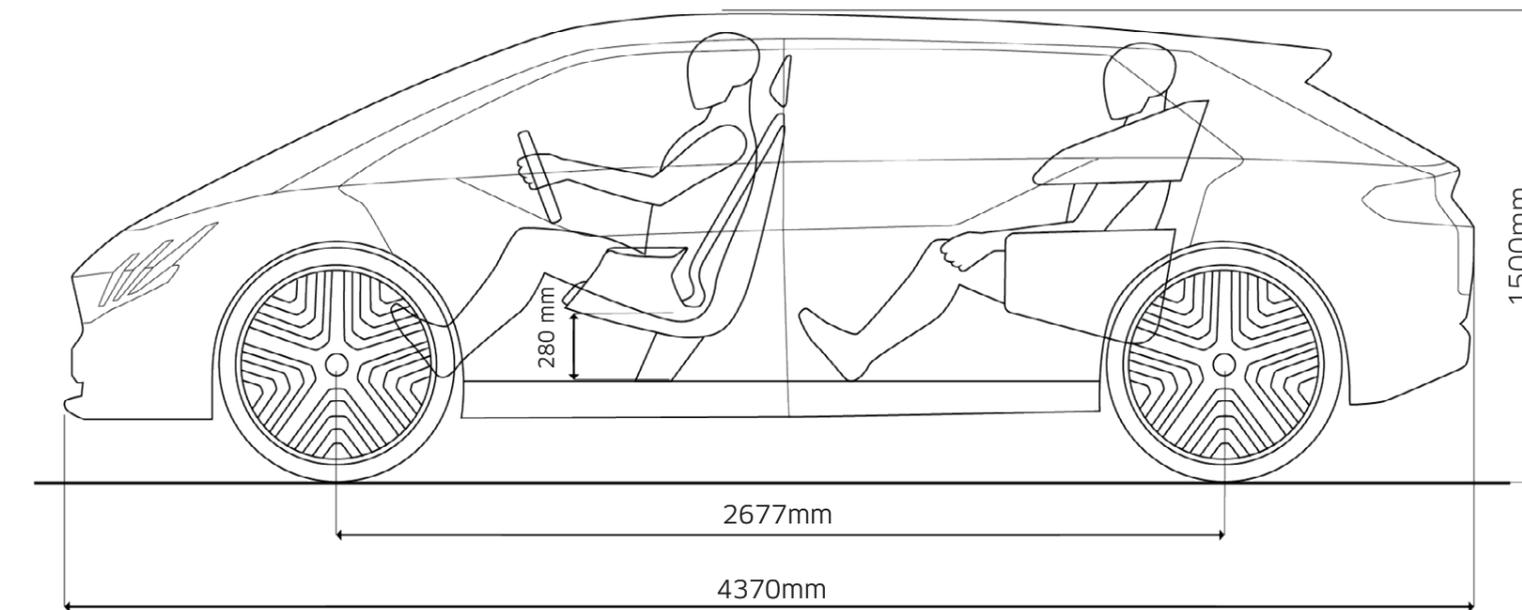


Abb.101: Größen & Vergleichsgrafik



08

8 FINALES EXTERIEURDESIGN

8.1 DESIGNSPRACHE

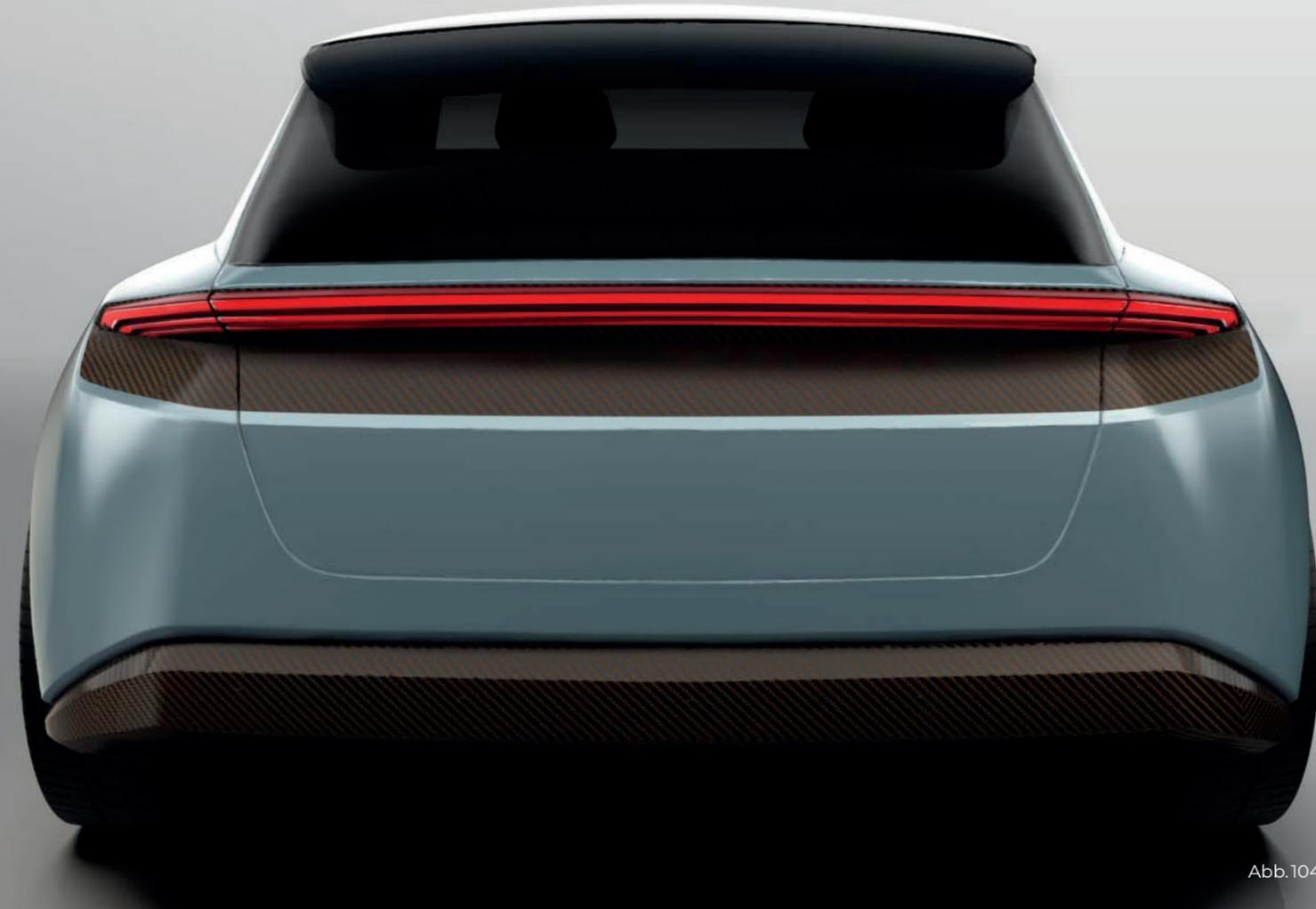
Das Ziel war es eine minimalistische, dynamische und zugleich elegante Formensprache zu finden. Ein Design das Zukunftsorientiert ist, aber dennoch akzeptiert wird. Bei der Entwicklung des Fahrzeugs stellte sich immer wieder die Frage: „Can a Van be sexy?“

Das Synonym „sexy“ steht hierbei für ein ästhetisches Design, welches Menschen jeden Alters und jeden Geschlechts attraktiv finden. Hierfür muss zunächst einmal definiert werden, was Menschen an Autos als ästhetisch erachten. Attraktivität liegt im Auge des Betrachters. Dennoch gibt es Elemente, die vermehrt auf Zustimmung stoßen. Vielen Menschen gefällt die Formsprache eines Porsche 911, der viele ästhetische Designelemente vereint. Die seitliche Silhouette mit dem Fließheck ist ikonisch. Die kraftvolle Ausprägung der Kotflügel und die dabei entstehende Coke-Bottle-Line in der Draufsicht, empfinden viele Menschen als sportlich und elegant. Die Tropfenform des Greenhouse wird ebenso als natürliches sportliches Element wahrgenommen und zeugt von optimierter Aerodynamik. Ein flaches Fahrzeug wird immer eher als sportlich wahrgenommen werden als ein hohes. Dies sind Elemente, die sich im Automobildesign als allgemein sehr beliebt herausgestellt haben, wenn es um ein sportlich elegantes Fahrzeug geht. In dem Designfindungsprozess wurde versucht diese Elemente, mit der großen, eher klobigen Form eines Vans, in Einklang zu bringen. Außerdem sollte das Fahrzeug nicht durch pure Sportlichkeit überzeugen, sondern eher durch dynamischen Minimalismus.

Für gewöhnlich wird auf der Bodyside eines Fahrzeugs ein Verhältnis von 1:3 Scheibenfläche, zu 2:3 Bodycolor angestrebt. Dies erzeugt einen meist sehr gefälligen sportlichen Eindruck. Jedoch steht dies im Gegensatz zu dem Ziel, eine große Rundumsicht im Fahrzeug zu ermöglichen. Die Hauptlinie wurde bewusst sehr tief am Fahrzeug positioniert. Dies erzeugt eine große helle Fläche und eine kleinere, dunklere Fläche, die dazu im Kontrast steht. Die dunklere Fläche wird in der Größe noch einmal reduziert durch den Seitenschweller. So entsteht im ersten Augenblick ein umgedrehtes Verhältnis. 2:3 Scheibenfläche zu 1:3 Bodycolour. Die Linie versinnbildlicht in dem Konzept den Horizont und suggeriert viel Freiheit und Platz nach oben, sowie eine extreme Rundumsicht vom inneren des Fahrzeugs. Die große Scheibenfläche wird jedoch von einer Fuge unterbrochen, die von vorne bis zum Heck durchläuft. Durch diese Linie wirkt das Fahrzeug länger und zusätzlich stellt sie das für das Auge gewohnte Verhältnis von Scheibe zu Bodyside her. Außerdem unterstützt sie durch ihre leichte Neigung den dynamischen Gesamteindruck. Die Kotflügel des Fahrzeugs stehen kraftvoll hervor, und werden durch klare Linien definiert. Sie leiten das Auge zur Mitte und somit zu der tiefen Hauptlinie. Eine einheitliche Designsprache vollzieht sich durch alle Ansichten. Ein besonderer Eyecatcher sind die Anbauteile aus einem nachhaltigen Material, die durch die unaufgeregten Flächen und wenigen Featurelines mehr Aufmerksamkeit bekommen. Die Formensprache der Felge ist sehr ausdrucksstark. Aus diesem Grund sind sie im schlichten Mattschwarz gehalten. Die Linienführung der Felge findet sich im gesamten Fahrzeug wieder, im Exterieur wie auch im Interieur.



Abb.103: Rendering 4



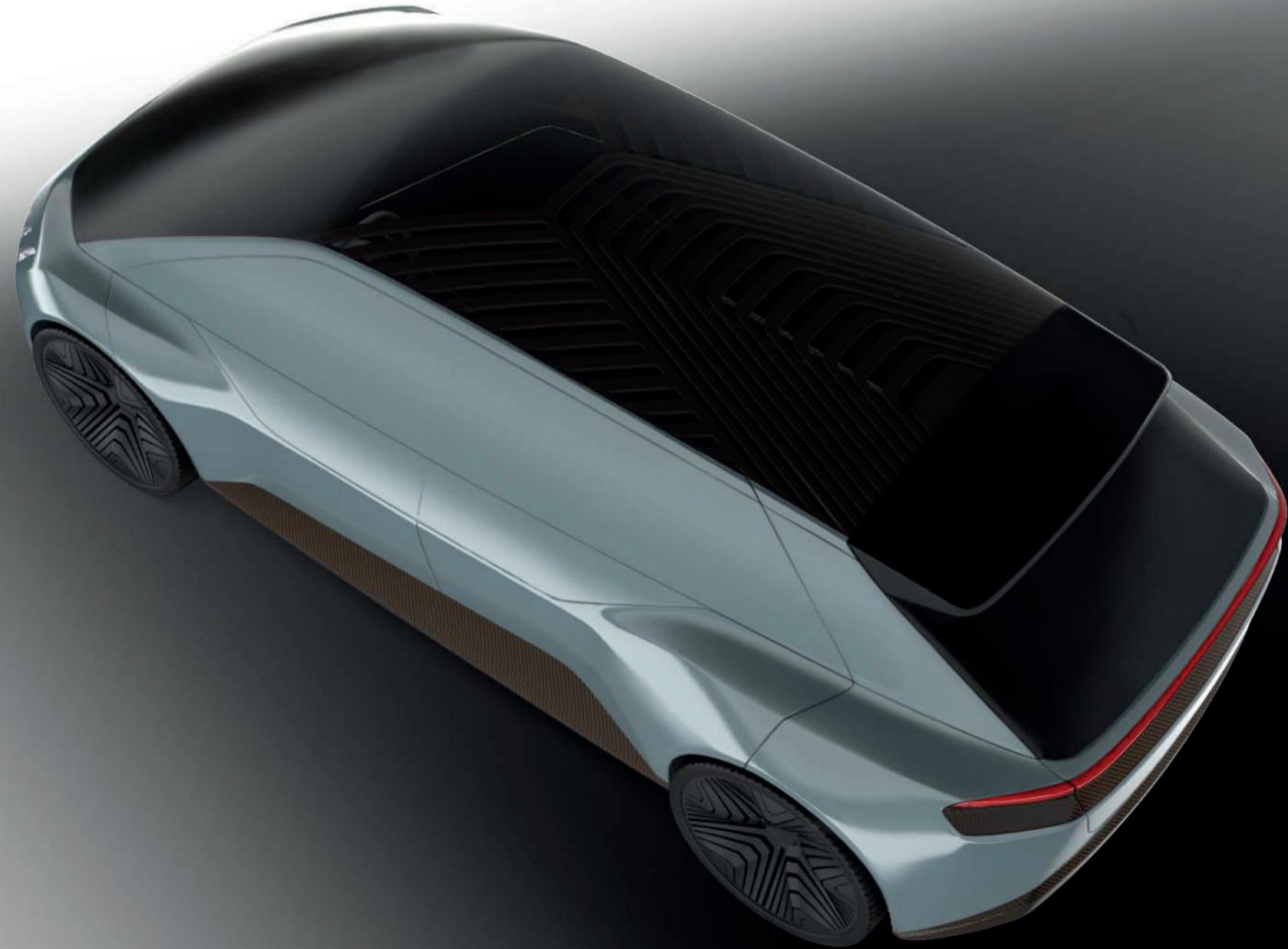
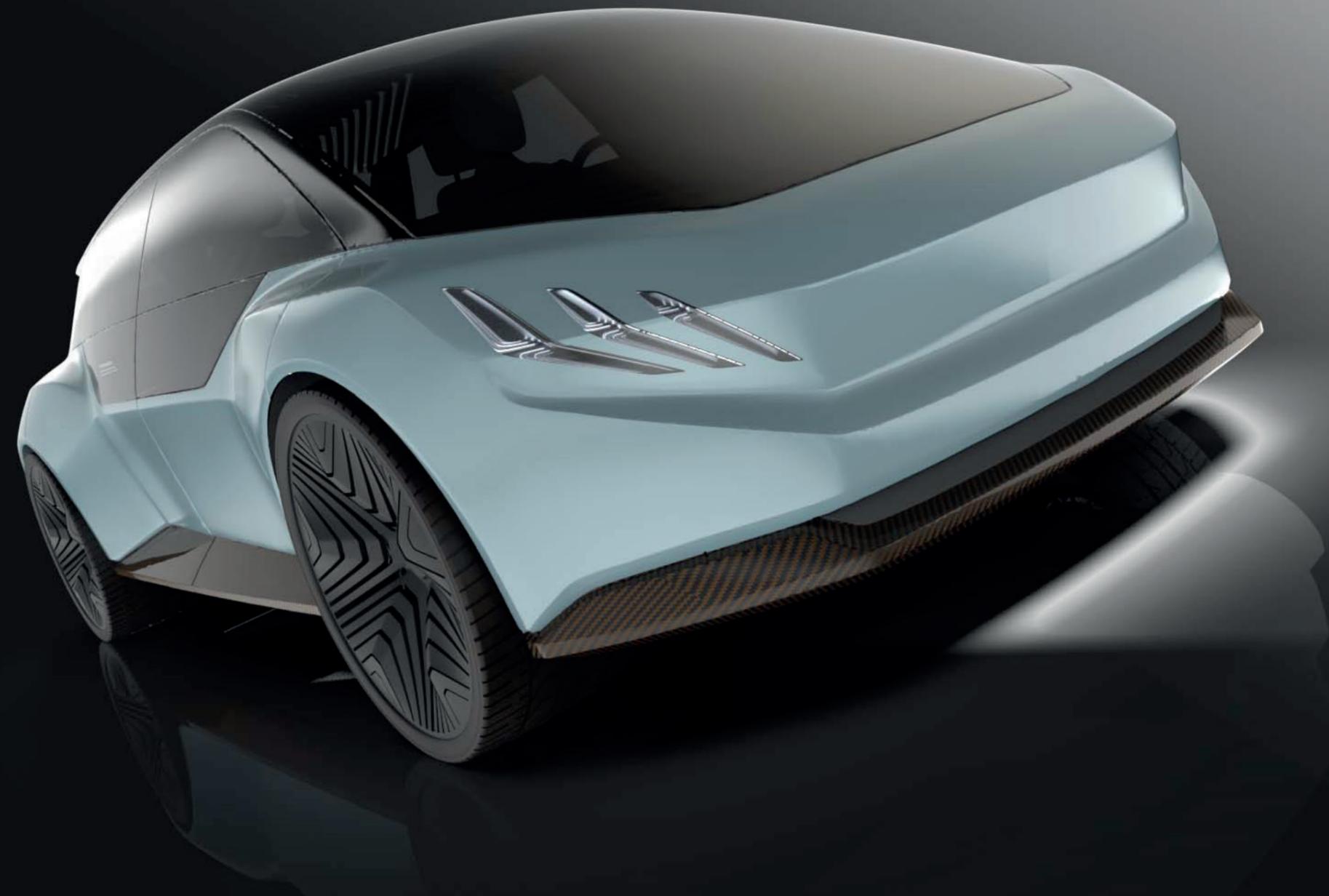




Abb.106: Rendering 7



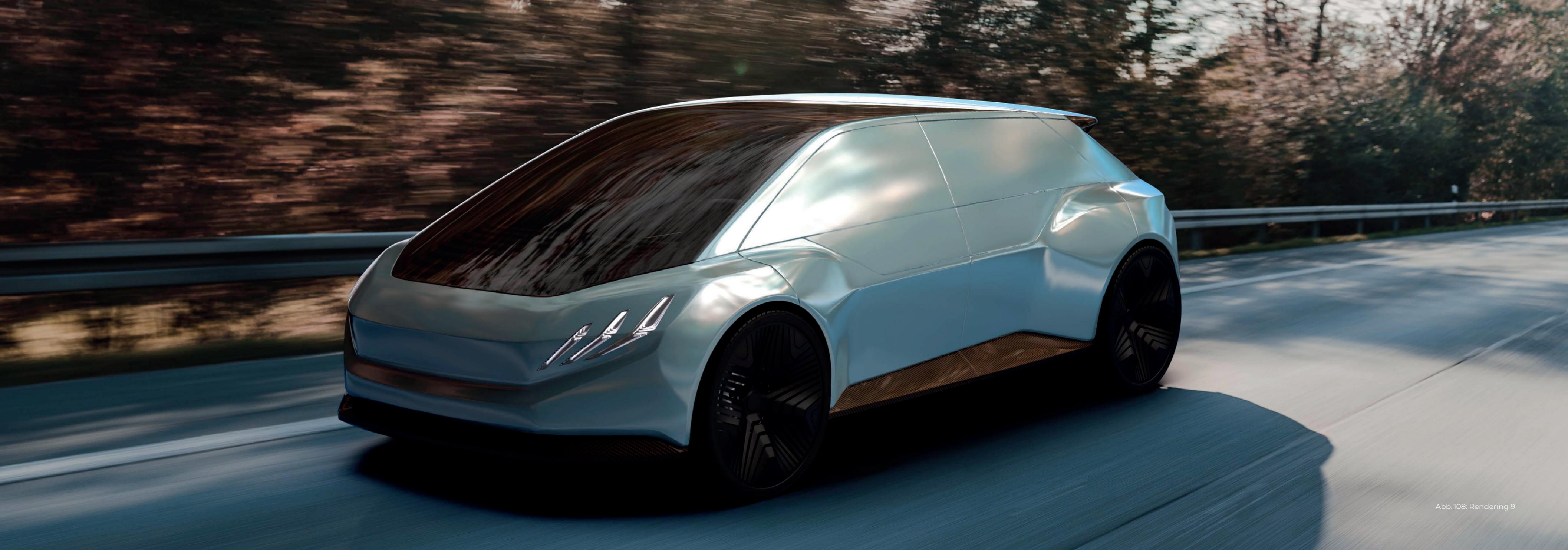


Abb.108: Rendering 9



Abb.109: Rendering 10



Abb.110: Rendering 11

9 INTERIEUR DESIGN

9.1 MOODBOARD

Das Interieur des Fahrzeugs soll ausgestattet werden mit natürlichen, nachhaltigen Materialien, deren Optik bewusst nicht verändert werden sollen. Es soll kein neuer moderner Look kreiert werden, sondern die Schönheit der Natur in seiner Gänze dargestellt und präsentiert werden. Diese Art der Darstellung ist zwar nicht neu, jedoch war es bisher eher seltener vom Kunden gewünscht. Die Verwendung der nachhaltigen Materialien und die unveränderte Optik sind eine Art Besinnung zurück zur Natur. Durch die individuellen Muster und Farbunterschiede in den Materialien entsteht eine besondere Optik. In jedem Fahrzeug kann das gleiche Material verwendet werden und dennoch erhält jedes individuell seine eigene Optik. Ein Auto wird in Zukunft nicht mehr nur ein Fortbewegungsmittel sein, sondern eine Erweiterung des Arbeitsplatzes oder Wohnraums. In einem solchen möchte man sich wohlfühlen, zur Ruhe kommen oder konzentriert arbeiten. Die Farbe und das Material kann dabei auch einen psychologischen Effekt auf uns haben. Ein Waldspaziergang kann die Stresshormone senken. Selbstverständlich ist ein Waldspaziergang nicht mit einer Ausstattung durch natürliche Materialien zu vergleichen, dennoch kann hiermit eine positive Assoziation geschaffen werden. In vielen natürlichen Materialien findet sich die Farbe Braun wieder. Die Farbe steht für Stabilität und wird mit Naturverbundenheit und Geborgenheit verbunden. Trotz der hier aufgeführten positiven Eigenschaften der natürlichen Materialien, darf das Design nicht zu überladen wirken und muss immer noch eine Verbundenheit zum Exterieurdesign schaffen. Aufgeregte Materialien müssen

mit schlichten Materialien und Farben in Einklang gebracht werden. Zu viel Braun kann auch altmodisch und drückend wirken. Daher besteht auch hier, genau wie im Exterieurdesign, die Schwierigkeit in der richtigen Balance, zwischen der Formgebung, der Materialität und der Farbgebung.



Individual Beauty of Nature

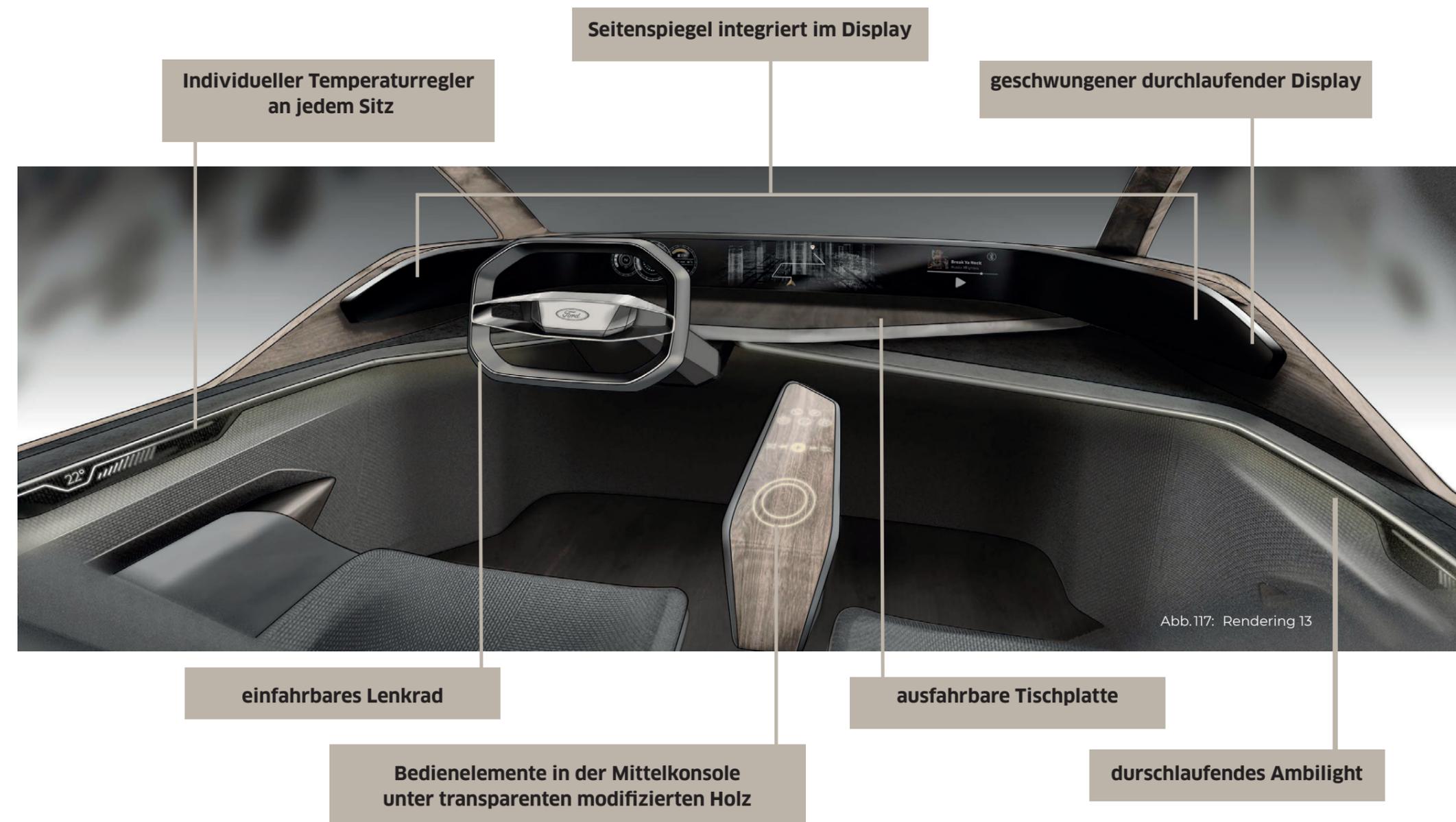
Abb.111: Winnie Harlow Abb.112: Wald Abb.113: Rinde Abb.114: Blatt Abb.115: Pilz



9.2 INTERIEUR ERLÄUTERUNG

Das Interieur ist kein vollständig ausgearbeitet Design mit allen technischen Details. Es soll lediglich eine Idee vermitteln, welche Möglichkeiten die voranschreitende Technik bieten kann. Außerdem gewährt es einen Einblick, wie sich das Interieur eines Fahrzeugs entwickeln könnte. Zusätzlich werden verschiedene Materialvorschläge dargelegt, die zeigen sollen, welche nachhaltigen Alternativen es bereits gibt und welche Materialien sich in Zukunft etablieren könnten, um die CO₂-Emissionen bei der Produktion von Fahrzeugen zu reduzieren. Das Interieur ist optisch, passend zum Exterieur, sehr minimalistisch gestaltet. Dies soll den vielen Freiraum deutlich machen. Besonders in einem begrenzten Raum wie einem Fahrzeug ist viel Platz Luxus. Daher wurde auf unnötige Elemente verzichtet. Auffällig ist der durchgehende, geschwungene Bildschirm, der den Innenraum noch breiter wirken lässt. Geschwungene Bildschirme sind heute zutage in Autos noch nicht zu sehen, jedoch technisch bereits umsetzbar. Dies zeigt die Firma Covestro, in Zusammenarbeit mit Continental. Der Bildschirm zeigt alle nötigen Informationen, die der Fahrer benötigt bzw. die er sehen möchte. Links und rechts am Bildschirm werden Bilder der Außenkameras gezeigt, welche die Seitenspiegel ersetzen. Auf der Mittelkonsole befinden sich die Bedienelemente für den Bildschirm. Diese erscheinen bei Berührung der Mittelkonsole und sind unter einer transparenten Holzschicht. Die Firma Woodoo aus Frankreich arbeitet zurzeit an dieser Technologie. Diese Technologie ist besonders interessant, weil es eine hervorragende Schnittstelle zwischen Nutzer und Material bietet. Sie lässt das sonst als altmodisch wahrgenommene Holz, futuristisch wirken. Passagiere des Fahrzeugs müssen mit dem natürlichen Material

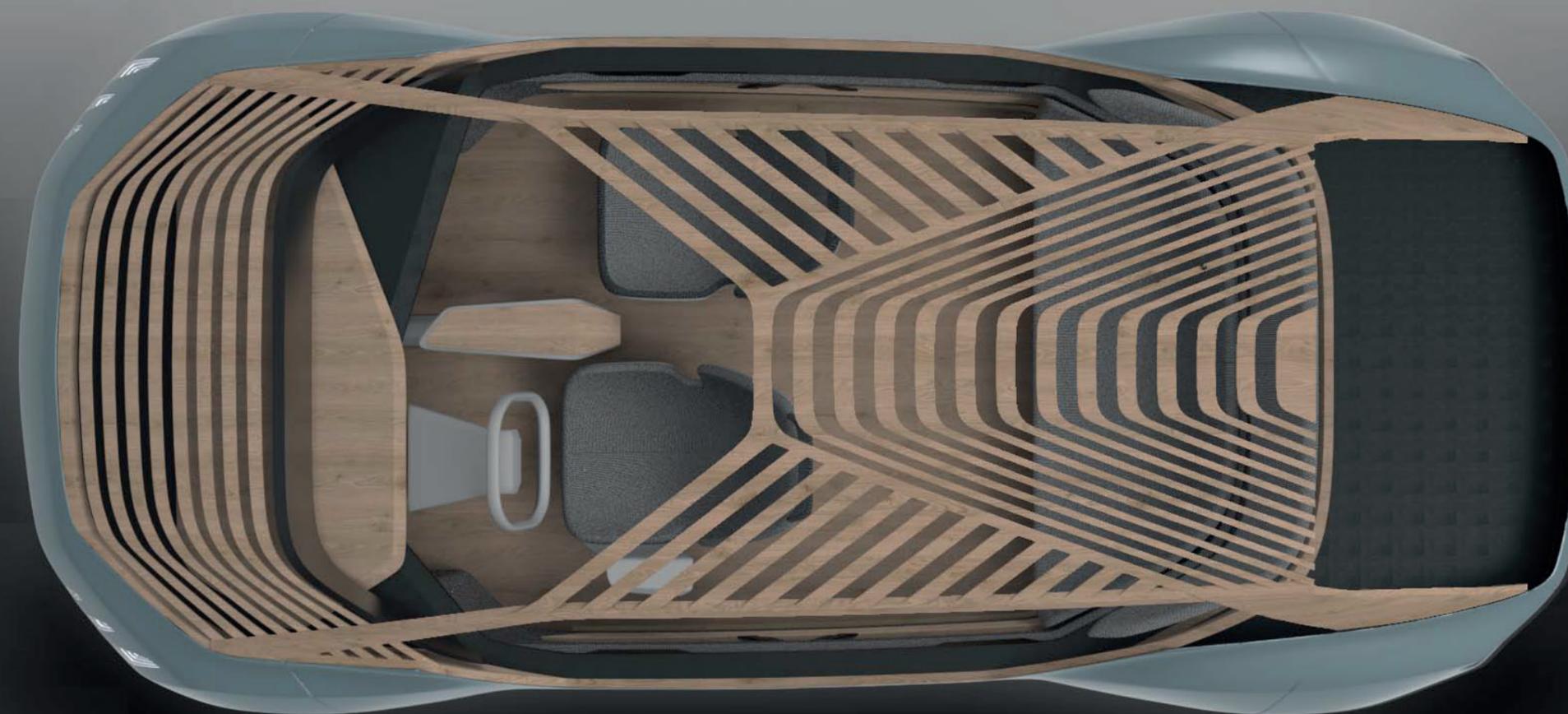
in eine haptische Verbindung treten, so wird in einer technischen Umgebung Wiedererwartens eine Verbindung zur Natur geschaffen. Neben jedem Sitzplatz, hinten wie vorne, befindet sich an der Seitenwand ein kleiner Bildschirm. Dieser zeigt die Temperatur und die Lüftungsstärke. So kann jeder Passagier die Lüftung für seinen Platz separat ansteuern und anpassen. Der Dachhimmel des Fahrzeugs besteht aus mehreren Streben, dessen Formensprache das Design des Fahrzeugs wieder spiegeln. Die Streben sind mit Holz verkleidet und sorgen so für eine wohnliche Atmosphäre und erzeugen zusätzlich ein besonderes Lichtspiel. Falls die Sonneneinstrahlung zu stark ist oder das Lichtspiel zu viel, besteht die Möglichkeit das Dach abzdunkeln. Die Form der Streben soll zusätzlich den Effekt der Raumtiefe verstärken und den Innenraum größer erscheinen lassen als er ist. Das Dach über dem Fahrer und Beifahrer ist frei, um das Fahrerlebnis mit der bestmöglichen Rundumsicht zu gewährleisten. Der hintere Bereich des Fahrzeugs soll eher als zum Entspannen genutzt werden, daher beginnt der Dachhimmel erst dort.

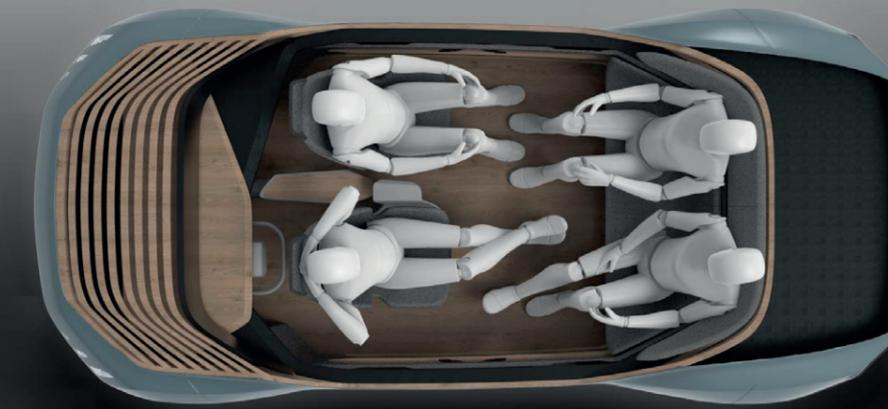
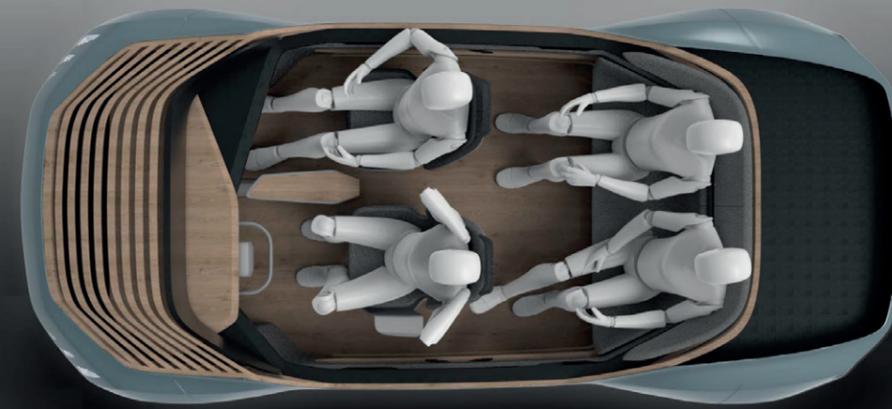
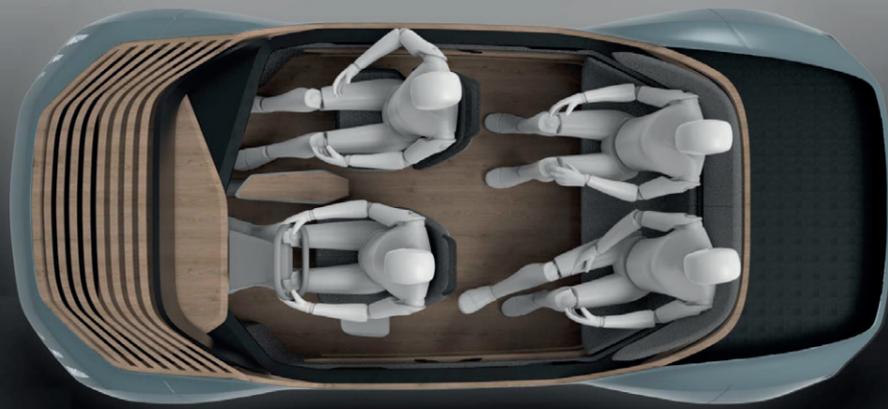


9.3 FUNKTIONEN

9.3.1 Autonomes Fahren

Wie wollen wir unsere Zeit in Zukunft nutzen, wenn unser Auto vollständig autonom über die Autobahn fährt und wir nicht mehr jederzeit in der Lage sein müssen, in das Verkehrsgeschehen einzugreifen? Das Interieur des Fahrzeugs sollte zwei Möglichkeiten bieten. Zum einen sollte die Möglichkeit gewährleistet sein während der Fahrt an seinem Laptop arbeiten zu können. Zum anderen sollte der Fahrer und der Beifahrer nicht mehr getrennt von den anderen Passagieren sitzen müssen. Über eine längere Strecke gemeinsam mit Freunden oder der Familie möchte man sich unterhalten, die Fahrt gemeinsam genießen. Also sollte es die Möglichkeit geben, dass der Fahrer so wie der Beifahrer sich zu den anderen Passagieren um drehen kann, ohne dabei an Sitzkomfort zu verlieren. Auf der nächsten Seite ist das Fahrzeug in der Draufsicht zu sehen, es bietet Platz für 4-5 Personen. Auf den nachfolgenden Seiten ist beschrieben, wie Fahrer und Beifahrer sich zu den anderen Passagieren drehen können





Driving mode

Normale Fahrerposition.
Fahrer und Beifahrer befinden sich in der gewohnten Sitzposition.

Relax

Autonomer Modus aktiviert.
Sobald der autonome Modus aktiviert ist fährt das Lenkrad unter das Dashboard der Fahrer kann sich zurück lehnen und die Fahrt genießen.

Turn around

Fahrer dreht sich auf Knopfdruck um 180 Grad
Der Fahrersitz ist mehr in der Mitte positioniert dadurch ist gewährleistet das der Fahrer genügend Platz hat bei der Drehung und nicht mit den Knien oder den Füßen an die Innenwand stößt.

Enjoy.

Der Beifahrersitz kann nur im Stillstand des Fahrzeugs bei geöffneter Tür gedreht werden. Also muss sich der Beifahrer vor Fahrtantritt oder während einer Pause dazu entschließen den Sitz zu drehen. So können alle Passagiere im Kreis sitzen und die Fahrt gemeinsam genießen

Abb.119: Rendering 15

9.3.2 Working mode

Der „Working mode“ soll Geschäftsleuten die Möglichkeit bieten, während der Fahrt, im autonomen Modus, arbeiten zu können. Um so lange Fahrzeiten effektiver nutzen. Befindet sich das Fahrzeug im autonomen Modus kann der Working mode aktiviert werden. Dabei fährt das Lenkrad unter das Dashboard und der „Tisch“ fährt nach Vorne. Der ausgefahrene „Tisch“ bietet genügend Platz, um einen Laptop darauf zu platzieren. Zusätzlich wäre noch genügend Fläche vorhanden, um mit einer Maus zu arbeiten oder um Dokumente abzulegen. Die Scheiben können bei zu starker Sonneneinstrahlung verdunkelt werden. Der große durchlaufende Bildschirm kann während der Fahrt individuell angepasst werden. Beispielsweise könnte er nur die Uhrzeit, das Datum sowie die Ankunftszeit und -ort anzeigen, um den Passagier nicht von der Arbeit abzulenken. So kann die Arbeitsatmosphäre an die persönlichen Vorlieben des Fahrers bzw. des Passagiers angepasst werden. Vorstellbar wäre auch ein „Entertainment mode“. Das Lenkrad fährt unter das Dashboard und der Bildschirm kann zur reinen Unterhaltung genutzt werden. Filme können abgespielt oder Videospiele gespielt werden. So kann die Zeit, individuell und effektiv genutzt werden während das Fahrzeug sie zum gewünschten Zielort befördert.

Driving mode



Abb.120: Rendering 16

Working mode



Abb.121: Rendering 17

9.4 COLOUR & MATERIAL

Nachhaltigkeit ist ein besonders wichtiges Thema und wird immer bedeutender. Daher erhielt diese Thematik eine besondere Gewichtung in dem Konzept. Mittlerweile gibt es in vielen Bereichen nachhaltige Alternativen zu herkömmlichen Materialien. Immer wieder werden neue nachhaltige Materialien entwickelt und es gibt viele Alternativen besonders im Lederbereich. Es gibt bereits Lederalternativen aus Kaktus¹⁰⁰, aus Ananas¹⁰¹, aus Abfällen der Fruchtsaftindustrie¹⁰², sowie aus den Samen, Stielen und der Haut von Weintrauben¹⁰³. All diese Alternativen haben jedoch gemeinsam, dass sie Leder in seiner Beschaffenheit, sowie der Optik und Haptik komplett imitieren wollen. Jedoch war für das Konzeptfahrzeug nicht das Ziel, Materialien zu finden, die herkömmliche perfekt imitieren. Sondern Materialien zu finden, welche die hohen Anforderungen im Automobilbereich erfüllen und dabei als neues eigenständiges hochwertiges Material auf Naturbasis wahr genommen werden. Bei denen die Optik alleine eine nachhaltige Herkunft vermuten lässt. Daraus ergab sich ein natürliches Farbschema, welches naturbelassen und ruhig wirkt. Das Fahrzeug soll als Erweiterung des Wohnraums war genommen werden, an dem man sich zurückziehen und erholen kann. Die natürlichen Farben tragen zu diesem wohnlichen Ambiente bei. Durch die Kombination mit neutralem Grau erhalten die Naturprodukte mehr Aufmerksamkeit und der Gesamteindruck des Innenraums wirkt nicht zu altmodisch oder bedrückend. Durch zusätzliches Ambiente-Licht erhält der Innenraum einen gemütliche modernen Loungecharakter.





Abb.123: Releaf Heritage, Charcoal



Abb.125: Releaf Heritage, Connecticut Cognac



Abb.126: Releaf Heritage, Brazilian Mocha



Abb.124: Reishi; Brown Natural

9.4.1 Lederalternative

Leder ist ein sehr beliebtes Material, es ist robust und widerstandsfähig. Dies ist der Grund warum es so schwer zu ersetzen ist bzw. es unmöglich erscheint es imitieren zu können. Das Konzept setzt sich dem Trend entgegen, dass ein Material immer gleich aussehen muss. Die Materialien, die hier als Alternative herausgesucht wurden, bieten eine sehr individuelle Optik und kein Quadratzentimeter sieht aus wie der andere. Jedes Stück des Materials ist ein Unikat.

Die Lederalternative, die in den Konzeptzeichnungen verwendet wurde, ist von der Firma NUVI. Es ist Materialverbund mit der Optik und Haptik von Tabakblättern. Die Firma bietet zwei weitere Farbvarianten des Materials an. Laut Hersteller ist das Material 100 % aus natürlichen, pflanzlichen, nachwachsenden Rohstoffen und biologisch abbaubar.¹⁰⁴



Abb.127: Forager Hides



Abb.128: Mycoflex



Abb.129: Korkstoff

Eine weitere Alternative für Leder bietet ein Material aus Myzelium, einem Pilz. Es gibt bereits mehrere Firmen, die mit Myzelium eine Lederalternative produzieren. MycoWorks mit ihrem Produkt Reishi¹⁰⁵ und die Firma Ecovative mit ihrem Produkt Forager Hides. Laut Herstellerangaben wächst das Material Forager Hides, 20 Meter, in einer Breite von 2 Meter in nur 9 Tagen.¹⁰⁶ Eine weitere interessante Innovation der Firma ist das Material MycoFlex ein Schaumstoff aus 100 % Myzelium, dass an verschiedene Bedürfnisse angepasst werden kann. Dieses Material wäre als Sitzpolster des Fahrzeugs denkbar.

Weitere interessante Materialien für diesen Anwendungsbereich wäre ein Korkstoff, welches laut Herstellerangaben zu 100 % recycelbar ist.¹⁰⁷ Dabei wird das Korkleder mit Leim auf Polyurethanbasis auf die Geweberückseite gepresst und fixiert, ähnlich wie bei Kunstleder. Jedoch konnte nicht bestätigt werden das dieses Material den hohen ansprüchen in der Automobilbranche gerecht wird.

9.4.2 Holzverkleidung

Da im Innenraum des Fahrzeugs sind viele Flächen in Holzoptik verarbeitet ist, stellt sich die Frage welche Holzart sich für diesen Anwendungsbereich am besten eignet bzw. welches Holz am nachhaltigsten produziert werden kann.

Laut der Firma Moso¹⁰⁸ bietet Bambus viele Vorteile. Bambus wächst bis zu 70 Zentimeter pro Tag und bindet dabei große Mengen CO₂. Laut Hersteller sogar mehr als beim Fertigungszeitraum freigesetzt wird. Die Stämme sind nach 5 Jahren bereits erntereif. Durch die schnelle Bildung der Stämme nimmt bei der Bestand des Waldes beim Einhalten der 5 Jahren Reifezeit nicht ab. Die Firma bietet aufgrund der hohen Widerstandsfähigkeit des Materials auch Bodenbeläge an.

Eine weitere Alternative zur Verkleidung der Oberflächen in einer nachhaltigen Holzoptik bietet die Firma Karuun¹⁰⁹. Das Material der Firma besteht aus der Rattanpalme und bietet viele Einsatzmöglichkeiten. Das Material kann dreidimensional verformt werden und bietet so eine Alternative zu Kunststoff.



Abb.130: Bambus



Abb.131: karuun stripe

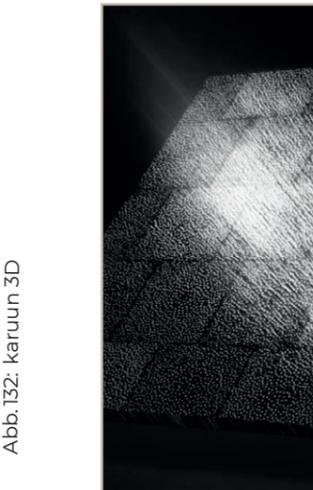


Abb.133: karuun shine

Außerdem ist es bis zu einer gewissen Dicke durchscheinend und luftdurchlässig. Bietet also durchaus Potenzial für weitere Einsatzgebiete.

Ein weiteres nachhaltiges Material mit einer Holz ähnlichen Optik bietet die Firma nevi. Diese produzieren Bodenbeläge und Handgriffe aus Birkenrinde. Das Material hat eine außergewöhnliche Oberflächenstruktur und eine ungewohnte weiche Textur. Das Material ist wasserabweisend und rutschhemmend. Besonders interessant: Das Material ist antimikrobiell, hemmt also Bakterien und Pilze. Dies macht das Material besonders attraktiv für alle Bedienelemente. Auch ein Lenkrad aus diesem Material wäre aufgrund seiner positiven Eigenschaften gut vorstellbar. In Zeiten wo Carsharing immer beliebter wird, bietet ein antimikrobielles Lenkrad mehr Schutz vor Bakterien.



Abb.134: Betula Veneer



Abb.135: Betula Handles



Webband aus Flachsfasern
für Naturfaser verstärkten Kunststoff (NFK)

Abb. 136: Composite Textil aus Flachs

9.4.3 Naturfaser verstärkte Verbundstoffe

Weitere nachhaltige hochwertige Materialien, die im Interieur zum Einsatz kommen könnten, sind bereits im Exterieur erwähnt worden. Die Materialien sind so widerstandsfähig, dass sie im Außenbereich angewendet werden können. Beispielsweise könnten sie die Anbauteile aus Plastik ersetzen. Somit wären diese Materialien auch geeignet für den Innenbereich des Fahrzeugs.

Die Firma Cropfiber¹¹⁰ bietet die Möglichkeit der Herstellung von Faserverbundbauteilen, bei denen Naturfaser statt Carbon oder Glasfaser verwendet werden. Kurz werden diese NFK genannt. Das Material hat eine besonders interessante Optik. Durch die gewebten Flachsfasern erinnert es an Kohlefaserverstärkten Kunststoff, die Färbung verrät jedoch die Verbindung zur Nachhaltigkeit. Da beim Anbau von Flachs wird CO₂ gebunden, die Produktion von Naturfaserverstärkter Kunststoff fallen weniger CO₂ Emissionen an. Flachsfasern gelten als besonders steif und reißfest. Bauteile aus diesem Material haben ein geringes Gewicht und weisen dabei eine hohe Steifigkeit und Festig-



Abb. 137: Cropfiber Anwendungsbeispiel



Abb. 138: Halbwerkzeug & Sandwichkerne



Abb. 139: Anwendungsbeispiel

keit auf. Ein weiterer Vorteil ist, dass Naturfaser im Vergleich zu Carbonfaser oder Glasfaser weniger zum Splintern. Das Material findet bereits Anwendung im Automobilbereich, aber auch in der Windenergie, Bau- oder Sport-Industrie¹¹¹

Das andere Material, welches für den Außenbereich wie für den Innenbereich des Fahrzeugs geeignet wäre, ist Hardcork.¹¹² Hardcork ist ein naturfaserverstärkter Verbundwerkstoff mit einem hohen Anteil an Kork. Kork ist besonders nachhaltig, da für das Material keine Bäume gerodet werden müssen, der Baum wird geerntet und Korkrinde wächst wieder nach. Somit weist das Material sogar eine negative CO₂-Bilanz auf. Das Material ist besonders leicht und dennoch besonders druck und zugfest. Aus dem Material können Halbwerkzeuge, Sandwichkerne, Platten & Paneele hergestellt werden. Besonders interessant ist jedoch, dass Bauteile im Heizpress- oder Vakuumverfahren hergestellt werden können. Somit sind die Einsatzmöglichkeiten vielfältig.

10

10 FAZIT

Ziel des Projekts war ein zukunftsorientiertes Konzeptfahrzeug, welches neue Technologien nutzt und sich den wachsenden Nutzerbedürfnissen anpasst. Es wurde dargelegt, welche Trends die Automobilbranche am meisten beeinflussen und zeigt wie diese das Automobil sich dadurch verändern könnten. Das Konzeptfahrzeug kann nicht mit einem Produktionsfahrzeug verglichen werden, es kann lediglich einen Anstoß bieten, in welche Richtung sich das Design entwickeln muss, um den Anforderungen des Nutzers in Zukunft gerecht zu werden. In einem Designzentrum arbeiten mehrere Designer an so einem Fahrzeug. Für jeden Bereich: Exterieur, Interieur, Licht- und Felgendesign, gibt es einen oder mehrere Designer, die daran arbeiten. In diesem Fall wurde alles aus einer Hand erarbeitet, das hat den Vorteil, dass eine eindeutige einheitliche Designsprache im gesamten Fahrzeug zu finden ist. Dadurch wirkt das Gesamtkonzept sehr stimmig und zeugt von einer allumfassenden Harmonie, die sich in Fahrzeugen heute zutage vermissen lässt. Allerdings konnte aufgrund des Arbeitsvolumens im gestalterischen Kontext, weniger Zeit in die Gestaltung der technischen Umsetzung investiert werden. Daher birgt das Fahrzeug einige technische Herausforderungen. Die Türöffnungsfugen müsste aufgrund der technischen Umsetzbarkeit vermutlich verändert werden. Dadurch dass das Fahrzeug keine B-Säule besitzt muss, der die Karosserie in diesem Bereich besonders gestärkt werden, ob hierfür die Konstruktion der Dachstreben ausreicht, wurde nicht genau analysiert. Der Versuch die Scheibe ohne Versatz in die Karosserie laufen zu lassen ist technisch machbar, gestaltet sich jedoch umlaufend um das gesamte Fahrzeug schwierig. An dem Fahrzeug befinden sich keine Halterungen für die Seiten-

kameras. Die technische Umsetzung der Scheiben, die sich auf Knopfdruck verdunkeln ist umsetzbar, jedoch ist nicht klar, ob es möglich ist, die Scheibe in Zukunft in die gleiche Farbe zu ändern, die das Fahrzeug besitzt. Um den hohen Standards an Komfort im Automobilbereich gerecht zu werden, müsste vermutlich mehr Kopffreiheit für die Insassen geschaffen werden. Trotz dieser technischen Herausforderungen ist es gelungen ein guter Einblick für die Zukunft zu gewährleisten und ein stimmiges Design zu entwickeln. Die Designsprache folgt dem aufkommenden minimalistischen Trend in der Automobilbranche. Das Interieur bewältigt die, durch das autonome Fahren entstehenden Nutzerbedürfnisse. Es wurde gezeigt, welche Vorteile durch einen elektrischen Antrieb im Automobilbereich entstehen kann. Durch intensive Recherchen wurden interessante Materialalternativen definiert. Die einen neuen modernen hochwertigen Blick auf das Thema Nachhaltigkeit bieten. So haben die größten Trends, Nachhaltigkeit, Elektrifizierung und autonomes Fahren das Konzeptfahrzeug beeinflusst. Es wird spannend zu sehen sein, ob diese Thematiken in Zukunft wirklich den größten Einfluss haben werden und wie stark sich das Design in diese Richtung entwickeln wird. Sobald bei der Produktion und der Auswahl der Materialien mehr auf Nachhaltigkeit geachtet wird, die Zeit im Stau auf der Autobahn keine Quälerei mehr ist und wir kein schlechtes Gewissen mehr haben müssen, wenn wir mit dem Auto kurz zum Bäcker fahren. Dann sind wir einer entspannten nachhaltigen Utopie, die sich am Horizont erahnen lässt, ein ganzes Stück näher.

l'utopie d'aujourd'hui est la réalité de demain.

Die Utopie von heute ist die Realität von Morgen.

-Victor Hugo

Literaturverzeichnis

- 1 Zukunftsinstitut <https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/> (abgerufen am 02.10.2021)
- 2 Zukunftsinstitut https://www.zukunftsinstitut.de/fileadmin/user_upload/Megatrend_Doku/MT_Maps_und_Grafiken/Megatrend-Doku-2021-Megatrend-Map-Web.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- 3 Zukunftsinstitut Mobility-Trend-Map 2022 https://www.zukunftsinstitut.de/fileadmin/user_upload/Megatrend_Doku/Maps/MobilityReport2022-Trend-Map-1300x670.jpg (abgerufen am 02.10.2021)
- 4 Friedrich Ebert Stiftung DIE ZUKUNFT DER DEUTSCHEN AUTOMOBILINDUSTRIE (2018) <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/14086-20180205.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)
- 5 ADAC, Die Evolution der Mobilität, <https://www.adac.de/-/media/pdf/vek/fachinformationen/urbane-mobilitaet-und-laendlicher-verkehr/evolution-der-mobilitaet-adac-studie.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)
- 6 Bundeverband der Deutschen Industrie <https://bdi.eu/themenfelder/mobilitaet-und-logistik/zukunft-der-mobilitaet/#> (abgerufen am 02.10.2021)
- 7 Wittmer, A., Linden, E. (2017). Zukunft Mobilität: Szenarien für das System Mobilität und Bedürfnisse der Mobilitätskunden im Jahr 2040 in der Schweiz
- 8 Statistisches Bundesamt, Stadtbevölkerung steigt bis 2030 weltweit um eine Milliarde (2018), https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/07/PD18_253_91.html (abgerufen am 02.10.2021)
- 9 Data Commons Place Explorer, <https://datacommons.org/place?hl=de> (abgerufen am 02.10.2021)
- 10 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Förderung und Finanzierung des Radverkehrs, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/finanzielle-foerderung-des-radverkehrs.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 11 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Radverkehr, <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Fahrradverkehr/fahrradverkehr.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 12 Bundesverband Carsharing, Aktuelle Zahlen und Fakten zum CarSharing in Deutschland (2021) <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-fakten-zum-carsharing-deutschland> (abgerufen am 02.10.2021)
- 13 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021), 2021 mehr als 260 Vorhaben durch Länder angemeldet <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/OEPNV/Oeffentlicher-Personenverkehr-Kompakt/oeffentlicher-personenverkehr-kompakt.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 14 https://mobilityinstitute.com/wp-content/uploads/2020/06/Die-SARS-CoV-2-Pandemie-und-Strategien-fuer-den-OePNV_mib_V1.03.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- 15 Patrick L., Ab jetzt Tempo-30-Metropole (2021) <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/frankreich-paris-tempolimit-tempo-30-stadt-verkehr/> (abgerufen am 02.10.2021)
- 16 Moritz D., E-Auto-Bauer aus China: Warum ihnen Smog wichtiger ist als Klima (2019) https://efahrer.chip.de/news/e-auto-bauer-aus-china-warum-ihnen-smog-wichtiger-ist-als-klima_101431 (abgerufen am 02.10.2021)
- 17 Automobile Association of Singapore, COE Prices, (2021) <https://www.aas.com.sg/resources/coe/coe-prices.html> (abgerufen am 05.10.2021)
- 18 Transport for London, Congestion Charge payments , <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/paying-the-congestion-charge> (abgerufen am 02.10.2021)
- 19 Art. 20a GG <https://www.gesetze-im-internet.de/gg/BJNR000010949.html> (abgerufen am 02.10.2021)

- 20 Murswiek D., Klimaschutz und Grundgesetz. Wozu verpflichtet das „Stabsziel Umweltschutz“? (2019) https://www.wbu.de/media/seiten/verein/ausschuesse/20191022_Murswiek_Vortrag_Klimaschutz.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- 21 Bildungsministerium für Bildung und Forschung, Forschung zu Klimaschutz und Klimawirkungen <https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/umwelt-und-klima/klimafor-schung/forschung-zu-klimaschutz-und-klimawirkungen.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 22 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Die Klimakonferenz in Paris (2021) <https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/internationale-klimapolitik/pariser-abkommen> (abgerufen am 02.10.2021)
- 23 United Nations Climate Change, The Paris Agreement, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (abgerufen am 02.10.2021)
- 24 Europäisches Parlament, CO2-Emissionen von Autos: Zahlen und Fakten (2019) <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik> (abgerufen am 02.10.2021)
- 25 Umweltbundesamt, Emissionen des Verkehrs (2021) <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#-das-mehr-an-pkw-verkehr-hebt-den-fortschritt-auf> (abgerufen am 02.10.2021)
- 26 Umweltbundesamt, Nachhaltige Mobilität (2020) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet> (abgerufen am 02.10.2021)
- 27 VDA, Markt international, (2017) <https://www.vda.de/de/themen/automobilindustrie-und-maerkte/markt-international/entwicklung-der-globalen-maerkte.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 28 Harloff T., Die Ausstiegs-Fahrpläne der EU und der Länder (2021) <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/verbrenner-aus-immer-mehr-verbote-zukunft-elektro-auto/> (abgerufen am 05.10.2021)
- 29 Die Bundesregierung, E-Mobilität Kaufprämie für Elektroautos erhöht <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/kaufpraemie-fuer-elektroautos-erhoeht-369482> (abgerufen am 02.10.2021)
- 30 Kraftfahrt Bundesamt Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen (2021) , Seite 10 https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2021/fz13_2021.pdf;jsessionid=9518A79F31363D5F00D0EDE84AF1C59F.live11312?__blob=publicationFile&v=4 (abgerufen am 02.10.2021)
- 31 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Elektromobilität in Deutschland, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/elektromobilitaet.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 32 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Batterien „made in Germany“ – ein Beitrag zu nachhaltigem Wachstum und klimafreundlicher Mobilität, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/batteriezellfertigung.html> (abgerufen am 02.10.2021)
- 33 Die Bundesregierung, Regierungsprogramm Elektromobilität, Seite 20/21 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/regierungsprogramm-elektromobilitaet-mai-2011.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (abgerufen am 02.10.2021)
- 34 Volkswagen, Wasserstoff oder Batterie? Bis auf Weiteres ein klarer Fall, <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html> (abgerufen am 02.10.2021)

35 Leonid Leiva, Wie stark belastet die Batterieherstellung die Ökobilanz von Elektroautos? (2020) <https://www.energie-experten.ch/de/mobilitaet/detail/wie-stark-belastet-die-batterieherstellung-die-oekobilanz-von-elektroautos.html> (abgerufen am 02.10.2021)

36 Erik Emilsson, Lisbeth Dahllöf, IVL Swedish Environmental Research Institute, Lithium-Ion Vehicle Battery Production (2019) <https://www.ivl.se/download/18.14d7b12e16e3c5c36271070/1574923989017/C444.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)

37 Volkswagen, So wird der ID.3 CO2-neutral (2019) <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/storys/so-wird-der-id3-co2-neutral-5523>(abgerufen am 02.10.2021)

38 Georg B. A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars (2021) <https://theicct.org/sites/default/files/Global-LCA-passenger-cars-FS-DE-jul2021.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)

39 Die Bundesregierung (2020) Batterieforschung in Deutschland Schlüsseltechnologie der Zukunft <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/batterieforschung-1767326> (abgerufen am 02.10.2021)

40 Schäfer P. Neue Li-Ion-Akkus verdreifachen Reichweite von E-Autos (2020) <https://www.springerprofessional.de/en/batterie/werkstoffe/neue-li-ion-akkus-verdreifachen-reichweite-von-e-autos/18579756> (abgerufen am 06.10.2021)

41 CATL, The First-generation Sodium-ion Battery Launch Event (2021) <https://www.catl.com/en/news/685.html> (abgerufen am 06.10.2021)

42 HSZ Group, CATL Launch Sodium ion Battery (2021) https://www.youtube.com/watch?v=_MIVc3yNtkc&t=217s&ab_channel=HSZGroup (abgerufen am 02.10.2021)

43 NIO, NIO Day 2020: die erste Limousine, Autonomes Fahren und 1000 Kilometer Reichweite (2021) https://www.nio.com/de_DE/news/nio-day-2020-die-erste-limousine-autonomes-fahren-und-1000-kilometer-reichweite (abgerufen am 02.10.2021)

44 electric rive, Batteriewechsel Stationen von NIO! Akkuwechsel in wenigen Minuten! Ist das die Zukunft? Power Swap! https://www.youtube.com/watch?v=uthAK5JT1I8&ab_channel=electricdrive (abgerufen am 02.10.2021)

45 Volkswagen, Interview mit Frank Blome, <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/04/our-batteries-last-the-life-of-a-car.html> (abgerufen am 02.10.2021)

46 BMW Group, Konsequenter nächster Schritt unterstreicht Führungsanspruch: Die BMW Group investiert in den Feststoffbatterie-Spezialisten Solid Power (2021) <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0331495DE/konsequenter-naechster-schritt-unterstreicht-fuehrungsanspruch:-die-bmw-group-investiert-in-den-feststoff-batterie-spezialisten-solid-power?language=de> (abgerufen am 02.10.2021)

47 GAC Motors, GAC Group achieves breakthrough in graphene-based fast-charging battery technology, vehicle model Aion V equipped with the new battery to start production in September (2021) <https://www.gac-motor.com/en/media/newsdetail/id/166.html> (abgerufen am 02.10.2021)

48 Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft, Wie können Flugzeuge CO2-neutral fliegen? (2019) <https://www.bdl.aero/de/publikation/wie-koennen-flugzeuge-co2-neutral-fliegen/> (abgerufen am 02.10.2021)

49 Umweltbundesamt, Umweltfreundlich mobil! Ein ökologischer Verkehrsartenvergleich für den Personen- und Güterverkehr in Deutschland (2020) S.16 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_fb_umweltfreundlich_mobil_bf.pdf (abgerufen am 02.10.2021)

50 Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft, Wie können Flugzeuge CO2-neutral fliegen? (2019) <https://www.bdl.aero/de/publikation/wie-koennen-flugzeuge-co2-neutral-fliegen/> (abgerufen am 02.10.2021)

51 WWF, Der touristische Klima-Fußabdruck (2009) S.20 https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Der_touristische_Klima-Fussabdruck.pdf (abgerufen am 02.10.2021)

52 Umweltbundesamt, Lärmbelästigung (2021), <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung> (abgerufen am 02.10.2021)

53 Wikipedia, Fridays for Future, https://de.wikipedia.org/wiki/Fridays_for_Future (abgerufen am 02.10.2021)

54 Shell, Shell PKW-Szenarien bis 2040, <https://www.shell.de/medien/shell-publikationen/shell-pkw-szenarien-bis-2040.html> (abgerufen am 02.10.2021)

55 Ipb, Fridays for Future Eine neue Protestgeneration? (2019) https://protestinstitut.eu/wp-content/uploads/2019/03/Befragung_Fridays-for-Future_online.pdf (abgerufen am 02.10.2021)

56 EY, Preis ist für Verbraucher wichtigstes Kaufargument – Nachhaltigkeit wird für sie immer entscheidender, (2020) https://www.ey.com/de_de/news/2020/05/ey-nachhaltiger-konsum-2020 (abgerufen am 02.10.2021)

57 Pament A.. Die Zukunft des Autohandels, Springer Gabler (2016) online: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-658-07887-4.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)

58 Pament A.. Die Zukunft des Autohandels, Springer Gabler (2016) online: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-658-07887-4.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)

59 BlaBlaCar, <https://www.blablacar.de/> (abgerufen am 02.10.2021)

60 Sono Motors, Die All-in-One-App: Carsharing, Ride-Pooling und Power-Sharing. <https://sonomotors.com/de/sharing/?lang=de> (abgerufen am 02.10.2021)

61 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft (2021) <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html> (abgerufen am 02.10.2021)

62 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes – Gesetz zum autonomen Fahren (2021) https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Gesetze/Gesetze-19/gesetz-aenderung-strassenverkehrsgesetz-pflichtversicherungsgesetz-autonomes-fahren.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 02.10.2021)

63 Verband der Automobilindustrie VDA. Automatisierung. Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren. Berlin: VDA (2015).

64 Altenburg S., Kienzler H.-P., Auf der Maur A. Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte (2018) https://www.adac.de/-/media/pdf/motorwelt/prognos_automatisierungsfunktionen.pdf?la=de-de&hash=4FE03D2842A22A8F900AE176AFCA6887 (abgerufen am 02.10.2021)

65 Umweltbundesamt, Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand,(2021) <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand#pkw-bestande-nach-kraftstoffart> (abgerufen am 02.10.2021)

66 Be Smart, ES EREIGNEN SICH MEHR UND MEHR UNFÄLLE DURCH DAS HANDY AM STEUER <https://www.besmart-mobil.de/unfaelle-durch-das-handy-am-steuer/> (abgerufen am 02.10.2021)

67 ADAC, Stress beim Autofahren: So bleiben Sie cool (2021) <https://www.adac.de/verkehr/verkehrssicherheit/verkehrsmedizin/stress-autofahren/> (abgerufen am 06.10.2021)

68 Umweeltbundesamt, Mobilitätsumfrage des Umweltbundesamtes (2017) <https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/257041/1/DS2199.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)

69 Inrix, Deutsche Verschwenden 41 Stunden Im Jahr Bei Der Parkplatzsuche (2017) <https://inrix.com/press-releases/parking-pain-de/> (abgerufen am 02.10.2021)

70 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, ETHIK-KOMMISSION AUTOMATISIERTES UND VERNETZTES FAHREN (2017) <https://www.bmvi.de/SharedDocs/>

DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?_blob=publicationFile (abgerufen am 02.10.2021)

71 AOK, Stress: So krank kann er machen (2020) <https://www.aok.de/pk/magazin/wohlbefinden/stress/stress-so-krank-kann-er-machen/> (abgerufen am 02.10.2021)

72 Ford, WELTPREMIERE AUF DER IAA: FORD PRÄSENTIERT MINDFULNESS CONCEPT-CAR - ODER WARUM DER RUHIGSTE PLATZ IM ALLTAGSSTRESS JENER HINTER DEM LENKRAD SEIN KANN (2021) <https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/at/de/news/2021/09/06/Mindfulness-Concept-Car.html> (abgerufen am 02.10.2021)

73 Nobis, Claudie und Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland- MiD Ergebnisbericht, Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, https://elib.dlr.de/125879/1/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf (abgerufen am 02.10.2021)

74 Shell, Shell PKW-Szenarien bis 2040, <https://www.shell.de/medien/shell-publikationen/shell-pkw-szenarien-bis-2040.html> (abgerufen am 02.10.2021)

75 Grünweg T., Ford und das Weltauto, Machen wir gleich! (2012) <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/der-us-hersteller-ford-ist-mit-einer-weltauto-strategie-erfolgreich-a-854245.html> (abgerufen am 02.10.2021)

76 Volkswagen, Mit dem Modularen E-Antriebs-Baukasten (MEB) baut Volkswagen ein Fundament für die Mobilität der Zukunft. Aber wie genau funktioniert der MEB – und wozu brauchen wir ihn? Wir beantworten die zehn wichtigsten Fragen. <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2017/02/the-e-mobility-module.html> (abgerufen am 02.10.2021)

77 Facebook, FB Earnings Presentation Q2 2021, https://s21.q4cdn.com/399680738/files/doc_financials/2021/q2/Q2-2021_Earnings-Presentation.pdf (abgerufen am 06.10.2021)

78 Lobe A., Klicks und Likes sind die Währung des Internets – und es wird gefälscht wie bei richtigem Geld (2015) <https://tageswoche.ch/politik/klicks-und-likes-sind-die-waehrung-des-internets-und-es-wird-gefaelscht-wie-bei-richtigem-geld/index.html> (abgerufen am 02.10.2021)

79 VDA, Immer mehr Frauen nehmen das Steuer selbst in die Hand (2020) <https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/201228-Immer-mehr-Frauen-nehmen-das-Steuer-selbst-in-die-Hand.html> (abgerufen am 02.10.2021)

80 https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf?_blob=publicationFile

81 Shell, Shell PKW-Szenarien bis 2040, <https://www.shell.de/medien/shell-publikationen/shell-pkw-szenarien-bis-2040.html> (abgerufen am 02.10.2021)

82 ADAC, Evolution der Mobilität (2017) <https://www.adac.de/-/media/pdf/vek/fachinformationen/urbane-mobilitaet-und-laendlicher-verkehr/evolution-der-mobilitaet-adac-studie.pdf> (abgerufen am 03.10.2021)

83 BMW Group, Der BMW i Vision Circular mit Domagoj Dukec, <https://www.bmw.com/de/events/iaa2021/bmw-i-vision-circular-domagoj-dukec-erster-blick.html> (abgerufen am 08.10.2021)

84 BMW Group, Die BMW Group Keynote von Oliver Zipse (2021) <https://www.bmw.com/de/events/iaa2021/oliver-zipse-keynote.html> (abgerufen am 08.10.2021)

85 Polestar, Life cycle assessment 2021, Carbon footprint of Polestar 2, (2020) variants <https://www.datocms-assets.com/11286/1630409045-polestarlcarapportprint-korr11210831.pdf> (abgerufen am 08.10.2021)

86 reddit, Personenkraftwagen Polestar2, (2021) <https://www.red-dot.org/de/project/polestar-2-53442> (abgerufen am 09.10.2021)

87 Polestar, Polestar 2 <https://www.polestar.com/de/polestar-2/> (abgerufen am 11.10.2021)

88 Polestar, Polestar Precept, <https://www.polestar.com/de/precept/> (abgerufen am 11.10.2021)

89 Sono Motors, Sion, (2021) <https://sonomotors.com/de/> (abgerufen am 11.10.2021)

90 Volkswagen, Der vollelektrische ID. (2021) <https://www.volkswagen.de/de/elektrofahrzeuge/elektrofahrzeugkonzepte/id-5.html> (abgerufen am 12.10.2021)

91 Volkswagen, Der ID. LIFE - Weltpremiere (2021) <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/der-id-life-weltpremiere-7469> (abgerufen am 12.10.2021)

92 Volkswagen, Studie ID. BUZZ (2021) <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/studie-id-buzz-3550> (abgerufen am 12.10.2021)

93 Volkswagen, ID. VIZZION Die Vision elektrischer Mobilität (2021) <https://www.volkswagen.de/de/elektrofahrzeuge/elektrofahrzeugkonzepte/id-vizzion.html> (abgerufen am 12.10.2021)

94 FORD, Integrated Sustainability and Financial Report 2021 (2021) <https://corporate.ford.com/microsites/integrated-sustainability-and-financial-report-2021/files/ir21.pdf> (abgerufen am 12.10.2021)

95 Harloff T., MEB-Ford wird in Köln gebaut (2020) <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/vw-ford-kooperation-autonomes-fahren-elektroautos/> (abgerufen am 12.10.2021)

96 Cropfiber, <https://cropfiber.de/projekte/> (abgerufen am 10.01.22)

97 Hardcork, <https://hardcork.de/> (abgerufen am 10.01.22)

98 Renault EZ Ultiomo, <https://www.renault.de/concept-cars/ez-ultimo.html> (abgerufen am 16.01.22)

99 NIO EVE, https://www.nio.com/de_DE/visioncar (abgerufen am 16.01.22)

100 Desserto, <https://desserto.com.mx/home> (abgerufen am 17.01.22)

101 Pinatex, <https://www.ananas-anam.com/> (abgerufen am 17.01.22)

102 Luxtra Apple Skin, <https://luxtralondon.com/pages/apple-skin> (abgerufen am 17.01.22)

103 Vegea, <https://www.vegeacompany.com/v-textile/> (abgerufen am 17.01.22)

104 Nuvi Releaf, <https://www.nuvi-releaf.com/de/> (abgerufen am 17.01.22)

105 Mycoworks Reishi, <https://www.mycoworks.com/our-products#reishi-transforming-the-fashion-industry> (abgerufen am 17.01.22)

106 Forager Hides, <https://static1.squarespace.com/static/5c22d2008f5130d0f2e7d943/t/6148c0b0d3841d4ece22f56e/1632157873553/Forager-Hides-Sell-Sheet.pdf> (abgerufen am 17.01.22)

107 Korkleder, <https://korkstoffe.de/korkstoff-infos> (abgerufen am 18.01.22)

108 MOSO Vorteile von Bambus, <https://www.moso-bamboo.com/de/bambus/vorteile-von-bambus/> (abgerufen am 18.01.22)

109 Karuun, <https://www.karuun.com/> (abgerufen am 18.01.22)

110 Cropfiber, <https://cropfiber.de/> (abgerufen am 18.01.22)

111 Vombaur pioneering tech tex, <https://www.vombaur.de/de/unternehmen/news/flachs-for-composites/> (abgerufen am 19.10.2021)

112 Hardcork, Natural Born Composite (2021) <https://hardcork.de/> (abgerufen am 17.10.2021)

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Cover Rendering, eigene Darstellung
- Abb. 2: Mobilität Trendübersicht, eigene Darstellung, basierend auf: Zukunftsinstitut, Mobility-Trend-Map 2022 https://www.zukunftsinstitut.de/fileadmin/user_upload/Megatrend_Doku/Maps/MobilityReport2022-Trend-Map-1300x670.jpg (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 3: Marktentwicklung Carsharing, <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/Carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-fakten-zum-Car-sharing-Deutschland> (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 4: Vergleich des wahrgenommenen Risikos pro Transportmittel, https://mobilityinstitute.com/wp-content/uploads/2020/06/Die-SARS-CoV-2-Pandemie-und-Strategien-fuer-den-OePNV_mib_V1.03.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 5: CO2-Emissionen in der EU, https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20190321PHT32163/20190321PHT32163_original.jpg (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 6: Car-Ban-Map, https://www.berylls.com/wp-content/uploads/2020/12/20201208_Berylls-Car-Ban-Map-2020-DE.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 7: Lebenszyklus-Treibhausgas (THG)-Emissionen, <https://theicct.org/sites/default/files/Global-LCA-passenger-cars-FS-DE-jul2021.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 8: Vergleich durchschnittlichen Treibhausgas-Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#tabelle> (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 9: Anteil an Personen in Haushalten mit PKW, in %, https://www.shell.de/promos/media/shell-passenger-car-scenarios-to-2040/_jcr_content.stream/1455700315660/c4968e7f206e1dfe72caf825eceb1fb472487d4e/shell-pkw-szenarien-bis-2040-vollversion.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 10: Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens & Einführung automatisierter Fahr- und Parkfunktionen
Verband der Automobilindustrie VDA. Automatisierung. Von Fahrerassistenzsystemen zum Automatisierten Fahren. Berlin: VDA; 2015 (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 11: Fahrzeuge mit Automatisierungsfunktion auf Autobahnen: Pessimistisches Szenario, https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/adac_automatisiertes_fahren_endbericht_final.pdf (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 12: Wie Abstandsregeltempomat und Auffahrkollisionswarnung helfen, <https://www.vda.de/dam/vda/publications/2015/automatisierung.pdf> (abgerufen am 02.10.2021)
- Abb. 13: Personenverkehrsleistung nach Fahrzwecken 2003 und 2018 im Vergleich, Anteile in Prozent, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split#die-meisten-personenkilometer-fur-die-freizeit-starke-zunahme-der-geschäftsreisen-> (abgerufen am 02.10.2021)

- Abb. 14: Tesla Model Y Exterieur
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Finsideevs.de%2Fnews%2F519159%2Ftesla-model-y-auslieferung-august%2F&psig=AOvVaw1rhnjHoktKnTNSkiqdo-Ey&ust=1633799063517000&source=images&cd=vfe&ved=OCAsQjRxqFwoTCIDd_vqlu_MCFQAAAAAdAAAAABAD (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 15: Tesla Model Y Interieur
<https://techgarage.blog/tesla-kuendigt-model-y-fuer-2020-an-kleiner-elektro-suv-mit-7-plaetzen/> (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 16: Tesla Cybertruck Exterieur
https://www.tesla.com/de_de/cybertruck (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 17: Tesla Cybertruck Interieur
<https://www.autoscout24.at/informieren/news/tesla-cybertruck-willkommen-in-der-pick-up-hoelle/> (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 18: BMW i3 Exterieur
<https://ev-database.de/pkw/1068/BMW-i3-94-Ah> (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 19: BMW i3 Interieur
<https://www.nzz.ch/mobilitaet/auto-mobil/erste-bilder-bmw-i3-und-i3s-bmw-stadtstromer-erhaelt-neue-sportvariante-ld.131321> (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 20: BMW I Vision Circular Exterieur
<https://www.stern.de/auto/e-mobilitaet/bmw-i-vision-circular---das-biologisch-abbaubare-auto--30717062.html> (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 21: BMW I Vision Circular Interieur
<https://www.bmw.de/de/topics/faszination-bmw/bmw-concept-cars/bmw-i-vision-circular-ueberblick.html> (abgerufen am 08.10.2021)
- Abb. 22: Polestar2 Exterieur
<https://www.polestar.com/dato-assets/11286/1617974332-1-1.jpg?q=60&dpr=1&auto=format&fm=pjpg&w=1920> (abgerufen am 11.10.2021)
- Abb. 23: Polestar2 Interieur
<https://de.motor1.com/photo/3813219/polestar-2/> (abgerufen am 11.10.2021)
- Abb. 24: Polestar Precept Exterieur
<https://coolsten.de/polestar-precept-nachhaltige-grand-tourer-limousine/> (abgerufen am 11.10.2021)
- Abb. 25: Polestar Precept Interieur, <https://de.motor1.com/photo/3813219/polestar-2/> (abgerufen am 11.10.2021)
- Abb. 26: Sion Exterieur 1, <https://sonomotors.com/de/sion/#&gid=1&pid=5> (abgerufen am 12.10.2021)
- Abb. 27: Sion Exterieur 2, <https://sonomotors.com/de/sion/#&gid=1&pid=4> (abgerufen am 12.10.2021)
- Abb. 28: Sion Interieur, <https://sonomotors.com/de/press/press-releases/sono-motors-shows-interior-design-of-the-si->

on/?lang=de#&gid=1&pid=1(abgerufen am 12.10.2021)

Abb. 29: Volkswagen ID. Life Exterieur, <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/bilder/neue-bilder>

Abb. 30: Volkswagen ID. Life Interieur, <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/bilder/neue-bilder>

Abb. 31: Volkswagen ID. Roomzz Exterieur, <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/bilder/alben/volkswagen-id-roomzz-show-car-2613>

Abb. 32: Volkswagen ID. Roomzz Interieur, <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/bilder/alben/volkswagen-id-roomzz-show-car-2613>

Abb. 33: Ford Mustang Mach-E Exterieur, <https://generationstrom.com/2019/11/18/ford-mustang-mach-e-alle-daten-und-erste-technik-analyse/> (abgerufen am 12.10.2021)

Abb. 34: Ford Mustang Mach-E Interieur, <https://ecomento.de/2019/11/18/ford-mustang-mach-e-reichweite-leistung-preis-vorgestellt/> (abgerufen am 12.10.2021)

Abb. 35: Ford Forzilla P1 Konzept 1, <https://de.motor1.com/photo/5156209/ford-team-fordzilla-p1-hypercar-konzept/> (abgerufen am 12.10.2021)

Abb. 36: Ford Forzilla P1 Konzept 2, <https://de.motor1.com/photo/5156209/ford-team-fordzilla-p1-hypercar-konzept/> (abgerufen am 12.10.2021)

Abb. 37: Rendering 2, eigene Darstellung

Abb. 38: Skulptur 1, <https://i-am-a-dream-er.com/image/124573161427> (abgerufen am 15.01.2022)

Abb. 39: Skulptur 2, <https://r2-r.tumblr.com/post/168292931084> (abgerufen am 15.01.2022)

Abb. 40: Meer, <https://ultrawidewallpapers.com/ocean-sunrise-219-wallpaper/> (abgerufen 15.01.22)

Abb. 41: Lautsprecher, <https://www.lowbeats.de/beolab-50-standbox-mit-app-steuerung/> (abgerufen 15.01.22)

Abb. 42: Skizzen 1, eigene Zeichnung

Abb. 43-47: Claymodell 1-5, Aufnahmen mit Genehmigung der Firma Ford

Abb. 48/49: Gravity Sketch Modell 1/2, eigene Aufnahme

Abb. 50-55: Claymodell 6-11, Aufnahmen mit Genehmigung der Firma Ford

Abb. 56/57: Skizzen 2-3, eigene Zeichnungen

Abb. 58-60: Claymodell 12-14, Aufnahmen mit Genehmigung der Firma Ford

Abb. 61: Canoo Exterieur, <https://www.canoo.com/canoo> (abgerufen am 15.01.2022)

Abb. 62: Canoo Plattform, <https://www.swisscycles.com/der-neue-elektrische-pickup-von-canoo-ist-ein-modularer-mit-zubehor-gepackter-elektrofahrrad-der-fur-vanlife-abenteuer-bereit-ist/> (abgerufen am 15.01.2022)

Abb. 63: Canoo Interieur

https://techcrunch.com/2019/09/24/canoo-takes-the-covers-off-of-its-debut-electric-vehicle/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d-3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAEuxkZ6vWvMi6NLCjEsY9OUrrYV3exUf-ywn2hK6a73i7L0X_-02vwBXVM4vYWQ0z-mCODpkdrXVmvRCOIGuLJ8MC6SPqBnOFHEegdxNzSGFxWYk6960HDtF7DrJRK6HanEgGuoOkHCf4QRNbc2OwKZaucScWUeXM-YqeDPFXrPFR (abgerufen am 15.01.2022)

Abb. 64/65: Skizze 4/5, eigene Zeichnungen

Abb. 66-68: Claymodell 15-17, Aufnahme mit Genehmigung der Firma Ford

Abb. 69-85: Polygonmodell 1-4, Skizze 6-18, eigene Darstellungen/Zeichnungen

Abb. 86-100: Claymodell 18-30, Aufnahmen mit Genehmigung der Firma Ford

Abb. 101: Größen & Vergleichsgrafik, eigene Darstellung

Abb. 102-110: Rendering 3-11, eigene Darstellungen

Abb. 111: Winnie Harlow, https://www.huffingtonpost.co.uk/2016/02/01/winnie-harlow-fashion-for-all-vitiligo_n_9097402.html (abgerufen am 15.01.2022)

Abb. 112: Wald, <https://trendsandmanagement.com/trust-and-smart-working-taking-the-first-step-into-the-forest/> 15.01.2022)

Abb. 113: Rinde, <https://i.pinimg.com/originals/64/80/78/648078a19886bf384a411691bab83328.jpg> (15.01.2022)

Abb. 114: Blatt, <https://www.flickr.com/photos/cubagallery/6055718188/sizes/l/in/photostream/> (15.01.2022)

Abb. 115: Pilz, <https://coffeenuts.tumblr.com/post/151705434223> (15.01.2022)

Abb. 116-122: Rendering 12-18, eigene Darstellungen

Abb. 123: Releaf Heritage, Charcoal, <https://www.nuvi-releaf.com/de/material.html> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 125: Releaf Heritage, Connecticut Cognac, <https://www.nuvi-releaf.com/de/material.html> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 126: Releaf Heritage, Brazilian Mocha, <https://www.nuvi-releaf.com/de/material.html> (abgerufen am 19.01.22) <https://www.nuvi-releaf.com/de/material.html> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 124: Reishi; Brown Natural, <https://www.madewithreishi.com/stories/fabricating-with-reishi> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 127: Forager Hides, <https://static1.squarespace.com/static/5c22d2008f5130d0f2e7d943/t/6148c0b0d3841d4ece-22f56e/1632157873553/Forager-Hides-Sell-Sheet.pdf> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 128: Mycoflex, <https://ecovative.com/foam> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 129: Korkstoff, <https://korkstoffe.de/> (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 130: Bambus, https://www.holzboden-direkt.de/moso-purebamboo-bambus-stabparkett-hochkantlamelle-gedaempft?gclid=CjwKCAiArOqOBhBmEiwAsgeLmRcS9jtj2KjtMWC4Kw-lx0lpYFS-B6BiEudYM5G_iARxc3ZIKTwp1xoCAIMQAvD_BwE#prettyPhoto (abgerufen am 19.01.22)

Abb. 131: karuun stripe, <https://www.karuun.com/karuun-stripe/> (abgerufen am 19.01.22)

- Abb. 132: karuun 3D, <https://www.karuun.com/karuun-3d/> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 133: karuun shine, <https://www.karuun.com/karuun-shine/> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 134: Betula Veneer, <https://www.nevi.io/betula-veneer> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 135: Betula Handles, <https://www.raumprobe.com/de/material/tuergriff-aus-birkenrinde-holz--19746-01-7814> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 136: Composite Textil aus Flachs, <https://www.leichtbauwelt.de/composite-textiles-aus-flachs/> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 137: Cropfiber Anwendungsbeispiel, <https://cropfiber.de/wp-content/uploads/2021/09/Cropfiber-Naturfasern.jpg> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 138: Halbwerkzeug & Sandwichkerne, <https://unsplash.com/photos/KsAo8ouBn8A> (abgerufen am 19.01.22)
- Abb. 139: Anwendungsbeispiel, <https://hardcork.de/> (abgerufen am 19.01.22)