

L'ARCHITETTURA ADATTIVA COME MEDIATRICE FRA GLI UOMINI E LA TERRA

ADAPTIVE ARCHITECTURE AS MEDIATOR BETWEEN HUMANS AND EARTH

Marie Ulber, Mona Mahall

ABSTRACT

Il contributo riporta alcune riflessioni sul potenziale dell'Architettura Adattiva come mediatrice, non solo tecnicamente ma anche socialmente ed esteticamente, fra gli uomini e l'ambiente. La compensazione degli effetti del cambiamento globale attraverso l'Architettura non muta il comportamento umano; la sfida è quella di coinvolgere e muovere all'azione ciascun singolo abitante. Attuando il principio dell'adattamento in ogni dimensione, è possibile compiere un nuovo passo verso un rapporto più sano e reciproco fra gli uomini e la Terra. Attraverso un approccio olistico vengono discussi progetti del passato e contemporanei di Architettura e di Arte, presentando prospettive sistemiche, esplorative, sociali ed estetiche. Nel ruolo di mediatrice, l'Architettura Adattiva permette di sperimentare un sistema globale in ambito locale, aiutando i suoi abitanti a migliorare il proprio rapporto con la Terra.

This paper describes the potential of adaptive architecture to mediate not only technically but also socially and aesthetically between humans and the environment. Compensating global change through architecture does not change human behaviour; the challenge is to involve and activate each inhabitant. By implementing the principle of adaptation in all dimensions, a step towards a healthy and resilient relationship between humans and earth can be taken. In this holistic approach, historical and contemporary projects in Architecture and Art are discussed and systemic, explorative, social and aesthetic perspectives are taken. As a mediator adaptive architecture makes a global system experienceable in the local, supports its inhabitants to improve their relationship to the Earth and adapt.

KEYWORDS

architettura adattiva, rapporto uomo-terra, mediatore, interazione, nuovo approccio progettuale

adaptive architecture, human-earth-relation, mediator, interaction, new design approach

Marie Ulber, PhD, is a Postdoctoral Associate in the Collaborative Research Centre Adaptive Skins and Structures for the Built Environment of Tomorrow at the HafenCity University Hamburg (Germany). She studied architecture, received her doctorate in Art and Design on landscape and atmosphere, and analysed architecture and atmosphere in a postdoctoral project. Her research focuses on various relationships and correlations between humans and the (built) environment. E-mail: marie.ulber@hcu-hamburg.de

Mona Mahall, Professor of Architecture and Art, HafenCity University Hamburg (Germany). Her work spans research, exhibitions, installations, as well as video-texts, concepts, and publications on the relation between art and architecture. Her projects and research are exhibited and published internationally, among others at Riverrun (Istanbul, 2018), Pinakothek der Moderne (Munich, 2017), the Biennale di Venezia (2012, 2014). She is a Member on the Board of the CRC 1244 Adaptive Skins and Structures. E-mail: mona.mahall@hcu-hamburg.de

Alcuni recenti ricerche esplorano l'Architettura Adattiva principalmente in quanto sistema tecnologico che reagisce alle mutevoli condizioni ambientali e climatiche. Al fine di sviluppare un nuovo approccio olistico e resiliente per il futuro, il paper riporta una serie di progetti, analizzandoli rispetto agli obiettivi di adattamento prefissi e valutando il potenziale tecnico ma anche sociale ed estetico dell'Architettura Adattiva come mediatrice fra gli abitanti e l'ambiente.

Architettura Adattiva | Gli esempi di Architettura Adattiva riportati nel contributo sono quelli che reagiscono in modo indipendente, dinamico e in tempo reale alle oscillazioni di determinate condizioni ambientali (Schmidt III and Austin, 2016). Gli edifici adattativi si differenziano da quelli tradizionali in termini di componenti adattabili, esecuzione delle reazioni e intenzioni di base; oltre che per la salvaguardia delle risorse non rinnovabili, essi si caratterizzano anche per l'adattamento a fattori ambientali (come la temperatura, la luce, il vento) e a eventi catastrofici (come i terremoti), salvaguardando la sicurezza e il comfort degli edifici e degli utenti. Le componenti adattabili degli edifici sono prevalentemente le configurazioni spaziali, gli involucri e le strutture, che reagiscono attraverso le proprietà dei materiali o gli attuatori. Sulla base degli sviluppi già avviati e rispetto alla questione ambientale posta dai cambiamenti climatici, l'Architettura Adattiva si connota per un approccio pionieristico, a patto che l'adattamento venga pensato e realizzato in ogni sua dimensione.

Un precursore dell'Architettura Adattiva è l'Architettura Cinetica, della quale lo Starlight Theater di Rockford, con la sua copertura mobile, è un primo esempio rappresentativo (Fox and Kemp, 2009). Altro esempio è il Padiglione espositivo ECO 29 di Tel Aviv che si caratterizza per la flessibilità degli interni, grazie a un doppio involucro: l'involucro interno, in tessuto gonfiabile tramite l'ausilio di motori, permette di organizzare lo spazio in sale indipendenti dall'involucro esterno a seconda delle necessità, creando al contempo suggestive atmosfere di luci e di suoni (Fox, 2016).

L'Architettura Adattiva può quindi reagire dinamicamente, e in modi differenti, a ogni specifica situazione. Ad esempio, la facciata delle Al Bahr Towers di Abu Dhabi interagisce con i raggi solari e il vento rilevati da sensori: a seconda della posizione del sole, gli attuatori muovono le sezioni degli elementi triangolari presenti sull'involucro, regolando la luminosità e il riscaldamento degli ambienti interni, ed eliminando la necessità di utilizzare vetri colorati nelle facciate continue (Hill, 2018). Nel Padiglione HygroSkin Meteorosensitive, le aperture sono coperte da sottili foglie di legno che si muovono in funzione delle condizioni atmosferiche (Fig. 1), secondo un principio di reazione adattiva legato alle proprietà del legno e che s'ispira al movimento del cono di abete rosso (ICD, 2013): con un'umidità relativamente bassa le foglie si aprono, assicurando così la ventilazione e l'illuminazione del padiglione e mutando la percezione dell'ambiente; quando l'umidità aumenta, al contrario, le foglie di legno si chiudo-

no davanti all'apertura. L'adattamento alle condizioni ambientali avviene in questo caso in modo dinamico, autonomo e in tempo reale.

Lo SmartShell di Stoccarda, invece, reagisce dinamicamente a diverse condizioni di carico (Fig. 2). Tre dei quattro supporti sono idraulici e il loro movimento consente di bilanciare i carichi generati dalle tempeste o dalla neve, permettendo di realizzare un guscio in legno con una campata di m 10 e uno spessore di soli cm 4 (Sobeck, 2016). Mentre la maggior parte dei progetti mira a un solo obiettivo di adattamento, il grattacielo dimostrativo dell'ILEK (Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design) ne combina diversi (Figg. 3-5): con attuatori integrati, la struttura di supporto reagisce in modo dinamico a tempeste e terremoti, compensando le vibrazioni e i casi di carico massimo (Weidner et alii, 2018). Sono in fase di sviluppo anche facciate adattive e ambienti che rispondono a mutevoli esigenze specifiche. L'obiettivo dell'adattamento in questo caso è quello di ridurre i costi dei materiali e quelli energetici, bilanciando il carico massimo e aumentando al tempo stesso il comfort degli utenti (CRC, 2017). Se l'adattamento statico è meno percepibile, le facciate adattive influenzano direttamente gli interni attraverso l'illuminazione e la ventilazione, ma anche contribuendo a regolarne il microclima.

I progetti illustrati dimostrano che gli edifici adattativi sono in grado di reagire in vari modi alle condizioni ambientali estreme e ai cambiamenti climatici. Tuttavia, le singole soluzioni tecniche locali non sono sufficienti per rispondere alla crisi ambientale e climatica globale. Il contributo offerto dalle tecnologie all'assorbimento degli effetti generati dai cambiamenti climatici potrebbe portare, al contrario, a un crescente allontanamento (desensibilizzazione) degli utenti dalla cogente questione ambientale. L'adattamento tecnico non è, quindi, una risposta sufficiente al cambiamento globale; risulta necessario, piuttosto, sensibilizzare le persone e avviare dei processi di cambiamento. Quindi è da chiedersi: per un'Architettura Adattiva, concepita olisticamente, quali potrebbero essere le azioni da attuare per promuovere un nuovo rapporto fra la Terra e gli uomini?

Una relazione simbiotica | Stabilire un equilibrio ecologicamente stabile e vivibile tra il pianeta e i suoi abitanti è un compito complesso. L'obiettivo deve essere quello di superare l'attuale relazione parassitaria tra gli uomini e la Terra, instaurando una nuova relazione simbiotica (Serres, 1994). Mentre il parassita si nutre dell'organismo che lo ospita fino alla sua distruzione, depauperando al tempo stesso il proprio ambiente vitale, nel rapporto fra simbiotici vi è un reciproco dare e ricevere, in modo che entrambe le parti ne possano trarre beneficio. Nel suo saggio sul Contratto Naturale, Michel Serres delinea alcune ragioni del nostro attuale rapporto con il pianeta: queste includono la differenza temporale fra l'esistenza e le azioni a breve termine degli esseri umani, e i cambiamenti a lungo termine che avvengono sulla Terra. Il termine francese 'temps', oltre a significare 'tempo', si riferisce a ciò che sperimentiamo nelle immediate vicinanze, a ciò che si definisce

locale, in contrasto al globale che risulta lontano, sia esso climatico, terrestre, sociale.

Un altro aspetto considerato da Michel Serres è quello relativo all'indipendenza degli esseri umani dalla Terra. Soltanto in un piccolo sistema chiuso, come una barca, le persone si adattano alle circostanze, perché l'alternativa significherebbe la loro stessa morte. Mentre in mare le conseguenze immediate del mancato adattamento risultano drastiche, le conseguenze delle nostre azioni sulla terraferma non sono sempre così chiare e immediate. A eccezione degli agricoltori che si prendono cura del proprio raccolto, in generale compriamo alimenti già trasformati e ci confrontiamo raramente con il processo di trasformazione di animali o vegetali. La vita umana odierna è dunque lontana dal rispondere agli effetti del cambiamento climatico globale. Con queste sfide globali si devono confrontare la politica mondiale, la scienza e la formazione; tuttavia anche l'Architettura Adattiva può essere un importante strumento di mediazione fra la Terra e gli uomini, in quanto essa non solo reagisce tecnicamente ma interagisce anche socialmente raggiungendo in modo diretto i suoi fruitori.

L'Architettura come mediatrice | L'Architettura, situandosi fra gli uomini e l'ambiente, occupa una posizione favorevole per poter mediare i rispettivi bisogni ed esigenze, per promuovere così un nuovo rapporto basato sulla reciprocità. Ma che tipo di qualità e concetti, quali elementi architettonici e condizioni spaziali contribuiscono a un approccio olistico dell'Architettura Adattiva? Con un tale approccio verranno analizzati progetti del passato e contemporanei, attraverso prospettive sistemiche, esplorative, sociali ed estetiche. L'osservazione da diverse prospettive fa parte di questa analisi, poiché soltanto nel loro insieme forniscono un quadro complessivo delle esigenze future dell'Architettura Adattiva.

Partendo da una complessa rete di relazioni, si cercherà di superare la separazione natura-cultura-tecnologia-uomo-Terra. In questa sede, gli esempi di Architettura e di Arte serviranno a determinare con maggiore precisione come dovrebbe essere progettata un'architettura, presente e futura, in grado d'interagire socialmente, poiché un adattamento puramente tecnico alla crisi climatica globale non è sufficiente: vi è bisogno, infatti, di un adattamento che coinvolga molteplici aspetti. Verrà illustrato, pertanto, come i necessari processi di adattamento sociale possano essere avviati e promossi attraverso l'Architettura.

Prospettiva sistemica: presenza e partecipazione | Il primo approccio si concentra sulle conseguenze del contrasto urbano-rurale e sulla ricerca di un nuovo rapporto con l'ambiente. Gli abitanti delle città hanno spesso una relazione controversa con il paesaggio e i suoi cicli naturali, per cui possiedono anche una modesta consapevolezza delle sue possibili esigenze. In tale senso appare significativa l'installazione temporanea dal titolo *Wheatfield – A Confrontation: Battery Park Landfill*, esposta dall'artista Agnes Denes nel 1982 a Manhattan, NYC (Fig. 6) e nel 2015 a Milano, in Ita-



Fig. 1 | Institute for Computational Design and Construction (ICD), HygroSkin – Meteorosensitive Pavilion, Stadtgarten Stuttgart, 2011-13 (credit: ICD – University of Stuttgart, 2013).

lia. L'opera risulta essere un paradosso tra i grattacieli di una grande città, raffigurando un campo coltivato nelle immediate vicinanze di Wall Street (Denes, 1982). Oltre a occuparsi dei cicli alimentari, l'opera si concentra sul commercio globale e sulla speculazione alimentare. La crescita del Wheatfield scandisce i momenti di cambiamento urbano: i lunghi cicli di produzione alimentare (invisibili all'acquisto) possono essere vissuti a partire dalla fertilizzazione del terreno, per poi passare alla semina e alla raccolta del grano. Il Wheatfield abbraccia, inoltre, preoccupazioni ambientali come l'occupazione dei suoli, il tempo, l'acqua e un clima stabile. La città è condotta così fuori dal suo isolamento rispetto ai cicli della natura e dell'agricoltura, e gli abitanti sono in grado di riavvicinarsi ad essa.

Il progetto Waterpod di Mary Mattingly del 2009, invece, è concepito come un sistema autosufficiente (Fig. 7). Un gruppo di artisti, designer e scienziati ha costruito uno spazio abitativo futuristico, una piattaforma sperimentale su una chiatta, e vi ha vissuto per un anno e mezzo. Per un possibile scenario futuro, il progetto Waterpod ha testato la progettazione e l'efficacia di sistemi di vita autonomi, compresa la produzione di cibo, di acqua e di energia (Mattingly, 2008). La Waterpod, attraccata a ot-

to moli di New York City, è entrata in contatto con le comunità locali attraverso numerosi eventi; ciò ha garantito la partecipazione del pubblico all'esperimento, informandolo e sensibilizzandolo sulle risorse naturali e sui loro cicli. L'esperimento realizzato guarda, quindi, alle sfide attuali attraverso una visione del futuro, risultando, inoltre, particolarmente suggestivo per il pubblico dal momento che lo stesso può essere coinvolto e partecipare al progetto. L'esperimento esprime, infine, soluzioni al cambiamento climatico in una prospettiva olistica, rendendo visibile e tangibile il sistema più grande attraverso un sistema più piccolo.

Anche il Wheatfield mette in gioco, al proprio interno, una prospettiva più ampia. Se in una città viene dato spazio e peso non solo ai parchi ma anche ad altri paesaggi naturali, ad esempio a quelli dedicati all'agricoltura e all'energia, le loro importanti relazioni ed esigenze diventano più comprensibili: la sola presenza dell'altro rafforza la propria posizione nel tentativo d'instaurare un nuovo rapporto, e questo vale anche per l'Architettura. Se nell'edificio vengono implementati cicli ecologici ed energetici cui i residenti possono partecipare, diventano accessibili ed evidenti anche le interrelazioni più ampie: le persone si sentono parte integrante di questo sistema e possono contribuire

al suo cambiamento, facilitando la negoziazione fra gli uomini e la Terra. Il processo di adattamento può essere avviato, quindi, solo se le esigenze dell'altro (in questo caso della Terra), le possibili sfide ma anche le correlazioni nel sistema vengono rese riconoscibili, e se le persone si sentono parte integrante di questo ciclo.

Prospettiva esplorativa: strumenti e interazioni

| La sfida per raggiungere un nuovo rapporto ecologicamente stabile con la Terra è insita nella complessità del sistema del quale gli uomini sono parte integrante. Da qui l'idea di intendere l'Architettura come uno strumento con il quale questo sistema può essere indagato. A tal proposito, un esempio degno di nota è il Jantar Mantar (Fig. 8), un complesso di architetture con funzione di osservatorio astronomico costruito a Jaipur (India), dal maharaja Jai Singh II tra 1727 e 1734, sul modello di analoghe strutture realizzate a Delhi (Perlus, 2005). Le monumentali scale autoportanti e gli archi curvi sono elementi di grande dimensione che servono per individuare i corpi celesti e realizzare una meridiana di alta precisione. A differenza di altri strumenti tecnologicamente avanzati, come i telescopi, il Jantar Mantar è un'architettura vivibile che serve come strumento per misurare l'universo: esso permette la regi-



Fig. 2 | Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design (ILEK) and Institute for System Dynamics (ISYS), SmartShell, University of Stuttgart, 2012 (credit: ILEK – University of Stuttgart).

strazione e la comprensione dei movimenti di un sistema cosmico ma è allo stesso tempo un'architettura che può essere fruita. Come tale, il Jantar Mantar può servire da modello di Architettura Adattiva che ci permette di esplorare e di comprendere, attraverso un elemento locale, il sistema globale a cui apparteniamo.

Mentre il Jantar Mantar permette di leggere i movimenti dei corpi celesti, la scultura cinetica CYSP I di Nicolas Schöffer del 1956 si muove ed esplora l'ambiente circostante, interagendo con esso (Fig. 9). La scultura combina principi di cibernetica e di dinamica: insieme al piedistallo con una tecnologia a quattro rulli, la scultura ruota nello spazio e reagisce, tramite le 16 superfici rotanti connesse alla struttura in acciaio, ai cambiamenti dell'ambiente circostante in termini di suono, d'intensità della luce, di colore, di movimento, e di pubblico. Nei cicli di feedback, la scultura assorbe i cambiamenti dell'ambiente e reagisce con degli adattamenti; la scultura può interagire addirittura con dei ballerini (Shanken, 2009). Le reazioni dinamiche del CYSP I non solo traducono e amplificano le caratteristiche dell'ambiente, ma invitano anche gli osservatori a parteciparvi attivamente.

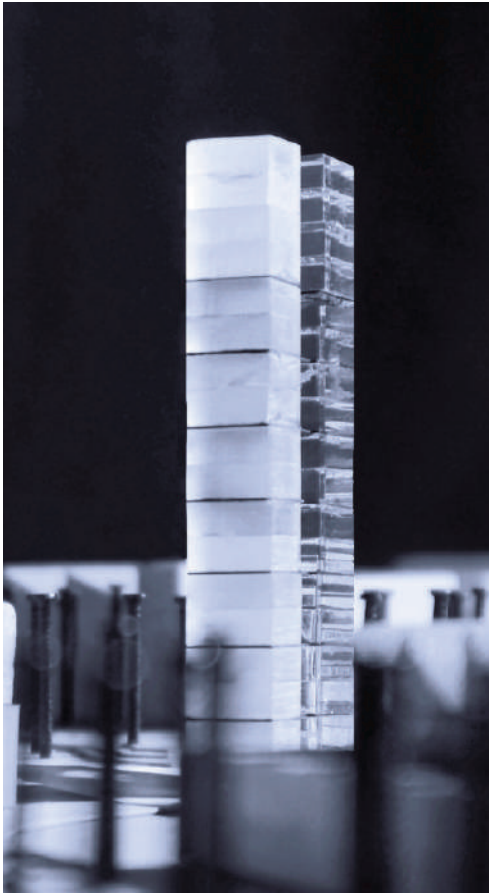
L'Architettura Adattiva del futuro può aiutare quindi a indagare l'equilibrio globale attra-

verso un particolare elemento locale e a renderlo comprensibile in quanto strumento. Per poter avviare processi di adattamento è necessario che le persone sperimentino sé stesse come parte integrante di questa condizione di equilibrio e siano invitate, in un momento che richiede la partecipazione attiva, a dare il proprio contributo per raggiungerlo. In questo modo si sperimenta la propria auto-efficacia e si stimola la propria capacità di agire in vista degli adattamenti necessari.

Prospettiva sociale: educazione e comunità | Nella ricerca di un rapporto stabile ed ecologicamente compatibile con l'ambiente, non deve adattarsi solo l'architettura in quanto involucro protettivo, ma anche l'uomo. A tal fine, è necessario rendere accessibili le esperienze maturate in architetture storiche e che sono il prodotto di culture diverse, in modo tale che la capacità di adattamento possa affermarsi come tecnica della cultura dell'umanità e caratterizzare le costruzioni del futuro. Un primo progetto in tal senso è il Teatro della Memoria di Giulio Camillo (1519-1544), che può essere considerato una sorta di 'enciclopedia dello spazio' (Fig. 10). Camillo inverte le relazioni spaziali del Teatro e lo spettatore passivo diventa attore in scena: il pubblico staziona

sulla scena da cui si dipartono sette gradini in legno, luogo della rappresentazione teatrale (Fabrizi, 2019). Questo cambiamento di posizione, da solo, può fare appello alla capacità di agire: l'architettura della conoscenza, in questo caso un teatro di legno, è espressione di intuizioni provenienti da diversi campi del sapere che permettono nuove connessioni trasversali a partire da punti di vista paralleli.

Anche il Fun Palace for Joan Littlewood di Cedric Price, del 1964, è un complesso educativo e culturale (Fig. 11). La visione dell'Architettura Adattiva, oggi più che mai importante, favorisce una moltitudine di attività e d'interazioni sociali. All'interno di un grande spazio con maglia strutturale in acciaio, si affacciano a diversi livelli sale per la musica, la danza, il teatro, il cinema, i ristoranti e i laboratori, spazi flessibili che possono essere continuamente adattati ai desideri e alle esigenze dei visitatori (Herd, 2012): qui, cultura, divertimento, formazione e interazione sociale sono concettualmente collegati. Il Fun Palace non offre, dunque, solo intrattenimento passivo, ma anche spazi per il dialogo e la partecipazione attiva, proponendosi come valido modello di Architettura Adattiva capace di stimolare la creatività dei cittadini, una sorta di piattaforma sociale per l'azione comune. Sia le esperienze matura-



Figg. 3-5 | Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design (ILEK), Demonstrator – Adaptive High-rise in a model photo and 3D renderings, University of Stuttgart, 2017 (credits: ILEK University of Stuttgart).

te nel passato sia la partecipazione attiva della comunità risultano così indispensabili per il processo di adattamento.

Prospettiva estetica. Esperienza e riflessione | L'esperienza estetica dell'Architettura Adattiva interessa il modo in cui le persone vengono coinvolte emotivamente e come interagiscono con essa. Il Weather Project di Olafur Eliasson alla Tate Modern (2004) ha esplorato l'esperienza e la rappresentazione di un fenomeno naturale (Fig. 12). Nella Sala delle Turbine della Tate è stata creata artificialmente l'atmosfera di un tramonto che affascina perché è un fenomeno naturale ricreato in un interno (Tate, 2003): il soffitto, sospeso con una lamina a specchio, aumenta l'altezza dello spazio e riflette il semicerchio di lampade a monofrequenza che emettono luce arancione in una nebbia artificiale. L'installazione è interessante perché va oltre l'emozione generata dagli effetti cromatici, includendo la disillusione nel momento in cui ci si avvicina alla sua realizzazione tecnica, ovvero al soffitto riflettente (Ursprung, 2008).

Anche le Infinity Mirror Rooms di Yayoi Kusama sono ambienti immersivi che creano un infinito illusorio tramite luci a LED e specchi. The Souls of Millions of Light Years Away (2013) è un insieme di punti tremolanti di luce che fluttuano nel buio e sembrano superare lo spazio e il tempo (Fig. 13). L'osservatore è parte integrante dell'installazione: vedere il proprio riflesso scomparire all'orizzonte stimola riflessioni sia sulla propria transitorietà sia sul pro-

prio rapporto con l'ambiente. Attraverso i riflessi e le ombre, i confini fisici vengono superati (Yoshitake, 2017); questa condizione surreale si ritrova anche nell'opera con i puntini che l'artista distribuisce su tutte le pareti, sugli arredi e sulla propria persona.

Nella Obliteration Room, i puntini adesivi posti sui muri dai visitatori trasformano lentamente una stanza di colore bianco: gli spigoli dell'ambiente scompaiono gradualmente, la prospettiva e lo spazio stesso si dissolvono in una continuità di punti (Kusama, 2016). Il dotting rappresenta sia un'azione umana di marcatura sia una partecipazione diretta all'opera d'arte. Entrambe le opere di Yayoi Kusama rendono possibili esperienze estetiche e sono esempi di come l'Architettura Adattiva possa essere mediatrice e portavoce della natura, rendendo tangibili alcune sue qualità particolari. Inoltre, entrambe le installazioni mettono in discussione il rapporto dell'uomo con l'ambiente, e di conseguenza la loro stessa esistenza e le loro azioni. Ciò rappresenta un passo importante verso una nuova relazione fra gli uomini e la Terra: l'esperienza estetica degli utenti può, quindi, essere decisiva per il successo dell'Architettura Adattiva in quanto ispiratrice e mediatrice nel guidare i futuri processi di adattamento.

Conclusioni | Fino ad ora, l'Architettura Adattiva ha risposto alle mutevoli condizioni ambientali soprattutto con soluzioni di tipo tecnico, raggiungendo un equilibrio locale che tuttavia non produce alcun cambiamento nel compor-

tamento umano. Al contempo, la crescente desensibilizzazione sulla questione ambientale globale riduce l'uomo alla condizione di parassita che si nutre del pianeta. L'obiettivo deve essere invece quello di creare un rapporto simbiotico che esprima una relazione ecologicamente stabile, e allo stesso tempo reciproca, fra la Terra e gli uomini.

L'Architettura Adattiva rappresenta un approccio adeguato a questo obiettivo se supera le distanze globali e temporali in modo olistico, rappresentando l'intero sistema e invitando i suoi abitanti alla partecipazione attiva. Valorizzando il sistema uomo-Terra nel suo complesso e integrando parzialmente nell'architettura e nelle città gli ambienti naturali e le loro valenze, gli uomini possono stabilire con essi un nuovo rapporto, comprenderne i cicli e soddisfarne le esigenze. L'Architettura Adattiva come strumento interattivo e comunicativo per i suoi abitanti può, dunque, promuovere un nuovo rapporto fra gli uomini e la Terra, rapporto che, attraverso l'architettura locale renderà possibile avviare una nuova stagione culturale in grado di accompagnare il cambiamento climatico globale.

Some recent research projects explore Adaptive Architecture primarily as a technological system that reacts to changing environmental and climatic conditions. To develop a new holistic and resilient approach for the future, the paper reports a series of projects, analyzing concerning adaptation goals and evaluat-

ing the technical but also the social and aesthetic potential of Adaptive Architecture as a mediator between the humans and the Earth.

Adaptive Architecture | In this article, Adaptive Architecture comprises projects that react independently, dynamically and in real-time to fluctuations in certain environmental conditions (Schmidt III and Austin, 2016). Adaptive buildings differ in terms of their adaptable components, execution of the reaction and underlying intentions. The previous adaptation goals refer to individual environmental or user aspects. In addition to conserving resources, this includes adapting to environmental conditions such as temperature, light, wind, earthquakes or adapting to users for greater comfort or personal support. The adaptable parts of buildings include spatial configurations, façades and supporting structures that react with material properties or actuators. Based on previous developments, we would like to discuss Adaptive Architecture as a seminal approach in times of global climate change, if adaptation is thought and effected in all dimensions.

A precursor of Adaptive is Kinetic Architecture, like the Starlight Theater, Rockford, whose ceiling is either open or closed to the sky and has a predetermined pattern of movement (Fox and Kemp, 2009). The event Pavilion ECO 29, Tel Aviv, on the other hand, always allows new room configurations independent of the outer shell – atmospherically refined with light and sound. The spatial adaptation of the textile inner shell with motors enables flexible designs depending on the respective use (Fox, 2016).

Adaptive Architecture can, therefore, react dynamically to the specific situation. The façade of the Al Bahr Towers, Abu Dhabi, reacts to the sun and wind, which are detected by sensors. Depending on the position of the sun, actuators close a section of the triangular façade elements and the heat generated inside is reduced. As a result, more daylight reaches the interior because less tinted glass panes are required (Hill, 2018). In the HygroSkin Meteorosensitive Pavilion, the openings are covered with thin wooden leaves depending on the weather conditions (Fig. 1). The adaptive reaction takes place as a material property of the wood and is inspired by the principle of movement of a spruce cone (ICD, 2013). At relatively low humidity, the leaves open wide, provide ventilation and lighting for the pavilion and change the impression of the room. As the humidity rises, the wooden leaves close in front of the opening. The adaptation to environmental conditions is dynamic, autonomous and real-time.

The SmartShell in Stuttgart reacts dynamically to different load cases (Fig. 2). Three of the four supports are hydraulic and enable the compensation of loads such as storms or snow. This reduces the maximum loads the structure and makes it possible to build the wooden shell with a span of 10 m and a thickness of only 4 cm (Sobeck, 2016). Minimal material consumption means a considerable saving of resources. The dynamic adaptation principle of the supporting structure reacts autonomously to changing environmental condi-



Fig. 6 | Agnes Denes, *Wheatfield – A Confrontation*, 1982. Battery Park Landfill, Downtown Manhattan (credit: A. Denes).

Fig. 7 | Mary Mattingly, *Waterpod Project*, New York, 2009 (credit: M. Mattingly and www.thewaterpod.org).

Fig. 8 | Jantar Mantar, New Delhi, 1724.



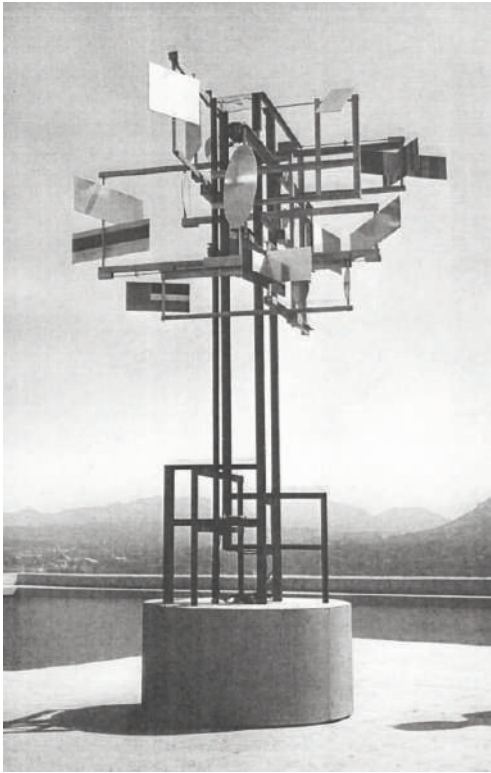


Fig. 9 | Nicolas Schöffer, CYSP I, 1956 (credit: N. Schöffer).

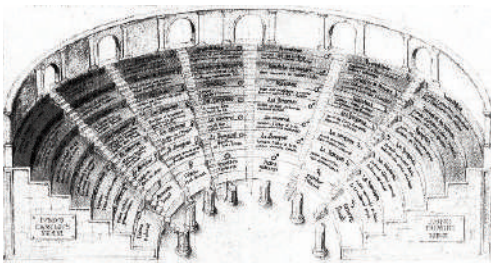


Fig. 10 | Giulio Camillo, Theater of Memory, 1519-1544 (credit: G. Camillo).

tions and is independent of the user. While most projects only aim at one adaptation goal, the demonstrator high-rise by ILEK (Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design) combines several (Fig. 3-5). With integrated actuators, the supporting structure reacts dynamically to storms and earthquakes and compensates vibrations and maximum load cases (Weidner et alii, 2018). Adaptive façades and an individually adapted room climate are also being developed. The intention of adaptation here is also to reduce material and energy costs by balancing the maximum load and increasing user comfort (CRC, 2017). While static adaptation is less noticeable, adaptive façades indirectly influence the interior with lighting and ventilation, while the indoor climate directly affects the users.

The projects discussed show that adaptive buildings are able to react to extreme environmental conditions and climatic change in various ways. However, individual local technical solutions are not sufficient to respond to the global environmental and climate crisis. On the contrary, the technical absorption of individual effects of the environmental crisis could lead to the increasing isolation of inhabitants from the

environment. Technical adaptation is not a sufficient response to global change; rather, it is necessary to activate people and initiate processes of change. How could a holistically conceived Adaptive Architecture look like and what qualities does it need to promote a new relationship between earth and humans?

A symbiotic relationship | We see the challenging task of developing an ecologically stable and livable balance between the planet and its inhabitants. The goal must be to overcome the current parasitic relationship between humans and earth and to live a new symbiotic relationship (Serres, 1994). While the parasite eats its host until destruction and robs itself of its living environment, the relationship between symbionts is a reciprocal give and take, so that both benefit from the relationship. In his essay on the Natural Contract, Michel Serres outlines some of the reasons for our current relationship. These include the temporal differences from the short-term existence and actions of people and the long-term changes of the earth. Besides 'time', the French term 'temps' refers to the local that we experience, in contrast to the distant global, be it climatic, terrestrial, social.

Another point is the relative independence of people from the earth. Only in a small closed system like a boat do people adapt to the circumstances, because the alternative would be their death. At sea, the immediate consequences of non-adaptation are drastic, but on land, the consequences of our actions are not always so clear and immediate. Apart from farmers who look after their harvest, we buy processed food and rarely encounter animal or plant processing. Human life in the here and now is far away from global change. These global challenges are the task of world politics, science and education and yet an Adaptive Architecture can be an important instrument and mediator between earth and people, in that Adaptive Architecture not only reacts technically but also interacts socially and reaches its inhabitants directly.

Architecture as mediator | Architecture located between humans and the environment is in a good position to mediate between their needs and requirements and to promote a new relationship. But which qualities and concepts, which architectural elements and spatial conditions contribute to a holistic approach of Adaptive Architecture? Taking a holistic approach, we discuss historical and contemporary projects; we take systemic, explorative, social and aesthetic perspectives. The consideration from different perspectives is part of our analysis; yet, only together do they provide a picture of future requirements of Adaptive Architecture.

We start from a complex network of relationships and try to overcome the separation of nature-culture-technology-human-earth. In this article, we discuss examples from architecture and art to determine more precisely how a socially interacting architecture is designed for the present and the future. As already mentioned, purely technical adaptation

to the global climate crisis is not enough; we need adaptation in all dimensions. Therefore, we would like to illustrate how necessary social adaptation processes can be initiated and promoted through architecture.

A systemic perspective: presence and participation | The first approach focuses on the consequences of urban-rural contrast and our search for a new relationship to the environment. People in cities often have little connection to the surrounding landscapes and natural cycles, so they have little awareness of possible needs. An impressive example to encounter that is the temporary installation titled *Wheatfield – A Confrontation: Battery Park Landfill*, by the artist Agnes Denes in 1982 in Manhattan, NYC (Fig. 6) and 2015 in Milan, Italy. The work is a paradox in a big city between high-rises and represents distant agriculture near Wall Street (Denes, 1982). In addition to food cycles, the work focuses on global trade and speculation in food. The growing *Wheatfield* marked moments of urban change. From the filling of fertile soil, the sowing, supply and harvesting of a *Wheatfield*, those long cycles of food production could be experienced, which are invisible when buying finished products such as bread or pizza. The *Wheatfield* takes up ecological concerns such as space requirements, time, soil, water and a stable climate. The city is led out of the isolation of the cycles of nature and agriculture, and the inhabitants are enabled to reconnect.

The *Waterpod* project of Mary Mattingly 2009 is designed as a self-sufficient system (Fig. 7). A group of artists, designers and scientists, built a futuristic living space and experimental platform on a barge and lived there for half a year. In preparation for a possible future, the *Waterpod* project tested the design and effectiveness of autonomous life systems, including the production of food, water and energy (Mattingly, 2008). The public art project docked at eight piers in New York City and connected to local communities through numerous events. This ensured public participation in this experiment, informed and sensitized about natural resources and their cycles. The project is looking at current challenges through a vision of the future. The realized experiment is particularly impressive for the public, as they can get involved and enter. The project conveys a holistic perspective by making the larger system visible and tangible through the small one.

The *Wheatfield* also brings a larger perspective into view. If, in addition to parks, space and weight are given to other landscapes, e.g. for food and energy, in the city, important connections and requirements become clear. The presence of the other strengthens their position in the search for a new relationship. This also applies to architecture. If ecological and energetic cycles are implemented in the building, in which residents can participate, larger interrelationships become accessible. People experience themselves as part of this system, can contribute and change something. This facilitates the negotiation situation between earth and man. The adaptation process can only be started if the needs of the other, possible chal-

lenges but also the correlations in the system are recognizable and people experience themselves as participants in this cycle.

Explorative perspective: instruments and interactions | The challenge of achieving a new ecologically stable relationship to the Earth lies in the complexity of the system of which humans are part. This gives rise to the idea of seeing architecture as an instrument, with which this system can be investigated. A built example is Jantar Mantar by Jai Singh II, architectural elements for measuring the sky, in India (Fig. 8). The Indian astronomical observatories were built at five locations in India between 1724 and 1727, the largest in Jaipur (Perlus, 2005). The monumental freestanding staircases and curved arches are large-scale instruments for determining celestial bodies and a high-precision sundial. In contrast to technical developments such as telescopes and observatories, Jantar Mantar is an architecture that still can be experienced, which serves as a tool for measuring the universe and classifying the earth. It allows the recording and understanding of the movements of a cosmic system and is at the same time spatial forms that can be experienced. As such, Jantar Mantar can serve as a model for Adaptive Architecture, enabling us to explore and understand the global system to which we belong, in local architecture.

While the unchangeable Jantar Mantar allows the movements of the celestial bodies to be read, the kinetic sculpture CYSP I by Nicolas Schöffer, 1956, moves and explores the sur-

rounding, and interacts with it (Fig. 9). The sculpture combines principles of cybernetics and dynamics. Together with the pedestal, which houses technology and four rollers, the sculpture rotates independently in space and also reacts with 16 rotating surfaces on the steel structure to changes in the surroundings in terms of sound, light intensity, colour, movement and audience. In feedback loops, the sculpture absorbs changes in the environment and reacts with adaptations. Also, the sculpture in human scale can even interact with dancers (Shanken, 2009). The explorations and dynamic reactions of CYSP I translate and intensify the qualities of the environment, but they also invite observers to actively participate.

An Adaptive Architecture of the future can help to investigate the global balance in the local situation and make it understandable in the sense of an instrument. To start adaptation processes, it is necessary for people to experience themselves as part of this situation and to be invited with an activating moment to help shape it. In this way, one's self-efficacy is experienced and the own ability to act is animated for necessary adaptations.

Social perspective: education and community | In the quest for a stable and ecologically compatible relationship, not only architecture as a protective shell must adapt, but above all people. To achieve this, it is necessary to make knowledge from earlier adaptations of different cultures accessible. Adaptation could then establish itself as a cultural technique of people and as a purposeful development for

the future. This requires Adaptive Architecture that stores and makes accessible cultural memories and knowledge. Early design is the Theater of Memory by Giulio Camillo from 1519-1544 as a kind of 'spatial encyclopedia' (Fig. 10). Camillo reverses the spatial conditions of the Theatre, the passive spectator becomes the actor on stage: the knowledge on the seven-part tribune of the wooden theatre is presented concentrically to the people on stage (Fabrizi, 2019). This change of position alone can appeal to the ability to act. The architecture of knowledge, in this case, a wooden theatre, presents insights from various fields at the same time and allows new cross-connections through parallel sightings.

The Fun Palace for Joan Littlewood by Cedric Price in 1964 is also an educational and cultural complex (Fig. 11). The vision of Adaptive Architecture, which is still important today, enables a multitude of social activities and interactions. In an open steel grid construction, various levels and rooms are planned for music, dance, theatre and cinemas, restaurants and workshops. The spatial arrangement as well as the use is flexible, can be continuously adapted to the wishes, and needs of the visitors (Herdt, 2012). In the Fun Palace, culture, fun and education, as well as social interaction, are conceptually linked. It offers not only passive entertainment but also spaces for an active discussion of topics. The design of a platform for playful joint action and negotiation is a model for the future. The Adaptive Architecture of the future can activate the creativity of the citizens and be a social platform for joint

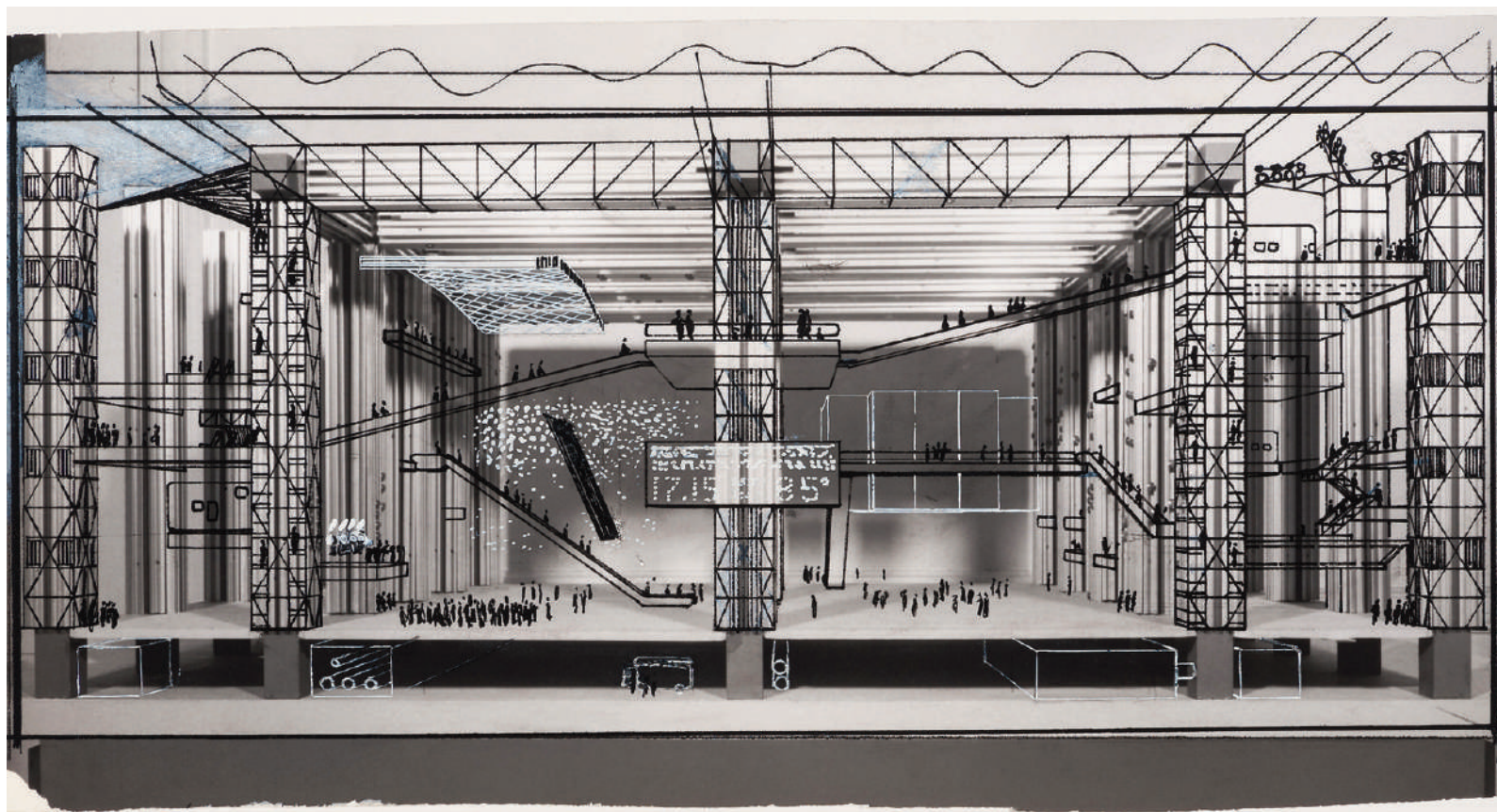
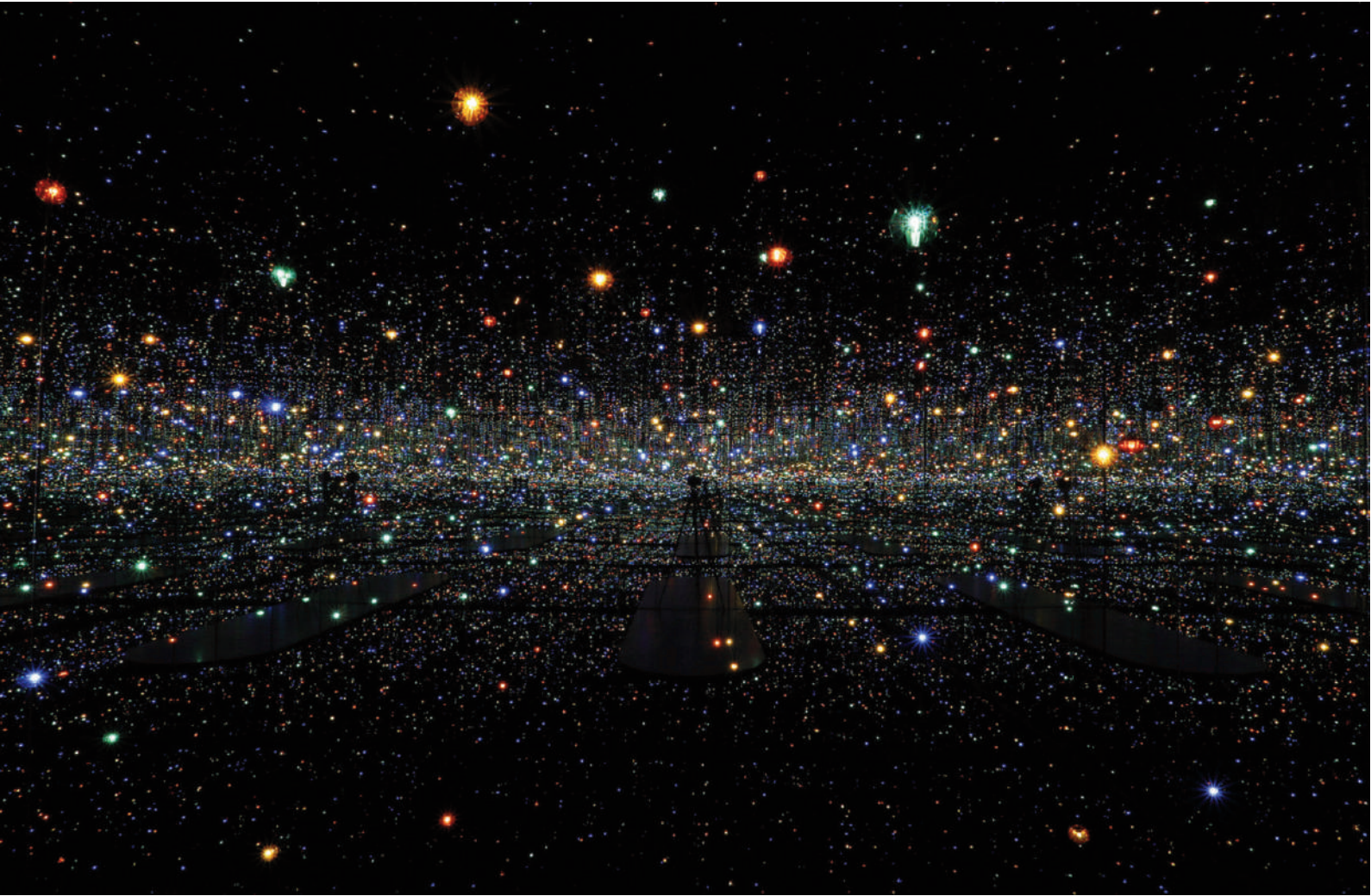


Fig. 11 | Cedric Price, Interior perspective for Fun Palace, 1964, black and white ink over gelatin silver print, 12.7 x 24.8 cm, DR1995:0188:518 (credit: Cedric Price fonds, Canadian Centre for Architecture).



Fig. 12 | Olafur Eliasson, The Weather Project, Turbine Hall, Tate Modern, London, 2003-2004 (credit: Tate Photography and O. Eliasson).

Fig. 13 | Yayoi Kusama, Infinity Mirror Room – The Souls of Millions of Light Years Away, 2013, 415 x 415 x 287.4 cm, Mixed Media (credit: Y. Kusama).



action. For the social adaptation process, both learning from history and acting in the community are essential.

Aesthetic perspective: experiences and reflections

| The aesthetic experience of future Adaptive Architecture stands for how people are touched and interact with it. Olafur Eliasson's Weather Project at Tate Modern 2004 explored the experience, mediation and representation of a natural phenomenon (Fig. 12). In the turbine hall of the Tate, the mood of sunset was artificially created. The ceiling, suspended with mirror foil, increased the height of the space and mirrored the semicircle of mono frequency lamps, which emitted orange light in the fog. The installation captivates with the illusion of a sunset as a natural weather phenomenon in an interior (Tate, 2003). The spatial project goes beyond the immersion in the orange-tinted atmosphere. This also includes the dissolution of the illusion when approaching the technical implementation, as well as the human interactions with the reflecting ceiling (Ursprung, 2008).

The Infinity Mirror Rooms by Yayoi Kusama are also immersive environments that create an illusory infinity with LED lights and mirrors. The work Infinity Mirror Room. The Souls of Millions of Light Years Away (2013) consists of flickering points of light floating in the dark that seem to overcome space and time (Fig. 13). The observer is an integral part of the installation through his presence and repetitive reflections and at the same time sees his mir-

ror image disappear on the unreachable horizon. This gives time to reflect on one's transience but also one's relation to the environment. Through the reflections and darkness, the physical boundaries are overcome (Yoshitake, 2017). This also applies to Kusama's work with dots, which she distributes over all walls and furnishings and herself.

In Obliteration Room, visitors' dot stickers slowly transform a previously white furnished room. Gradually the surrounding edges disappear; the perspective and the room itself dissolve into a continuity of dots (Kusama, 2016). Dots are both a human act of marking and direct participation in the work of art. Both works allow lasting aesthetic experiences and are examples of how an Adaptive Architecture can be a translator and speaker of nature by making special qualities experienceable. In the works, the relationship of people to their environment is questioned and thus also their being and acting. This is an important step on the way to a new relationship between humans and earth. The aesthetic experience of people is decisive for the success of Adaptive Architecture and its motivation, mediation and accompaniment of the upcoming adaptation processes.

Conclusion | So far, Adaptive Architecture has mainly reacted technically to changing environmental conditions. However, the local balancing of global change does not lead to any change in human behaviour. On the contrary, the increasing isolation from the environment manifests the current parasitic treatment of the

planet. The aim must be to enter into a symbiotic relationship that represents an ecologically stable and at the same time livable relationship between earth and humans.

Adaptive Architecture is a suitable approach for this if it overcomes global and temporal distances holistically, embodies the entire system and invites its inhabitants to actively participate. By exemplifying the entire earth-human system within the built space and, for example, partially integrate landscapes and uses into architecture and the city, people can establish a new relationship, understand and participate in cycles, and meet requirements. Adaptive architecture is an active part of the earth-human system. It mediates between the two by speaking for the earth and activating people to enter into the creation of an ecologically stable and livable relationship. As an interactive and communicative situation for its inhabitants adaptive architecture can promote a new relationship between humans and earth. With the inclusion and participation of people in the global earth-human system via local architecture, a cultural change can follow the climatic change and a new relationship can be found.

Acknowledgements

The Authors gratefully acknowledge the generous funding of this work by the German Research Foundation (DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft) as part of the Collaborative Research Centre 1244 (SFB) Adaptive Skins and Structures for the Built Environment of Tomorrow, project A03 – Architectural design concepts for adaptive skins and structures. The authors would like to thank Beatrice Feder for translating the article into Italian.

References

- CRC – Collaborative Research Centre 1244 (2017), *Adaptive skins and structures for the built environment of tomorrow*. [Online] Available at: www.sfb1244.uni-stuttgart.de/en [Accessed 27 August 2019].
- Denes, A. (1982), *Wheatfield – A Confrontation: Battery Park Landfill, Downtown Manhattan*. [Online] Available at: www.agnesdenesstudio.com/works7.html [Accessed 30 October 2019].
- Fabrizi, M. (2019), *Spatializing Knowledge – Giulio Camillo's Theatre of Memory (1519-1544)*. [Online] Available at: socks-studio.com/2019/03/03/spatializing-knowledge-giulio-camillos-theatre-of-memory-1519-1544/ [Accessed 30 October 2019].
- Fox, M. (2016), *Interactive architecture – Adaptive world*, Princeton Architectural Press, New York.
- Fox, M. and Kemp, M. (2009), *Interactive architecture*, Princeton Architectural Press, New York.
- Herdt, T. (2012), *Die Stadt und die Architektur des Wandels – Projekte und Konzepte des britischen Architekten Cedric Price 1960 – ca. 1984*, Doctoral Thesis, ETH, Zürich. [Online] Available at: www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/153694 [Accessed 12 October 2019].
- Hill, J. (2018), *Skyscraper – Vom Tribune Tower in Chicago bis zum Burj Khalifa in Dubai*, Deutsche Verlags-Anstalt, München.
- ICD – Institute for Computational Design and Construction (2013), *HygroSkin – Meteorosensitive Pavilion*. [Online] Available at: icd.uni-stuttgart.de/?p=9869 [Accessed 27 August 2019].
- Kusama, Y. (2016), *Give me Love*, David Zwirner Books, New York.
- Mattingly, M. (2008), *The Origins and Evolution of the Waterpod*. [Online] Available at: www.thewaterpod.org/mm.html [Accessed 27 August 2019].
- Perlus, B. (2005), *Architecture in the Service of Science – The Astronomical Observatories of Jai Singh II*. [Online] Available at: www.jantarmantar.org/resources/Articles/Architecture_Science_web.pdf [Accessed 30 October 2019].
- Schmidt III, R. and Austin, S. (2016), *Adaptable Architecture – Theory and practice*, Routledge, London-New York.
- Serres, M. (1994), *Der Naturvertrag*, Suhrkamp Verlag, Berlin.
- Shanken, E. A. (ed.) (2009), *Art and Electronic Media*, Phaidon, London.
- Sobeck, W. (2016), "Ultraleichtbau | Ultra-Lightweight Construction", in Peters, S. and Trummer, A. (eds), *GAM.12 – Structural Affairs*, Birkhäuser, Basel, pp. 156-167. [Online] Available at: www.tugraz.at/en/fakultaeten/architektur/publications/gam-test/gam12/ [Accessed 22 September 2019].
- Tate (2003), *About the installation: understanding the*

project. [Online] Available at: www.tate.org.uk/whats-on/tate-modern/exhibition/unilever-series/unilever-series-olafur-eliasson-weather-project-0-0 [Accessed 30 October 2019].

Ursprung, P. (2008), "From Observer to Participant: in Olafur Eliasson's Studio", in Ursprung, P. (ed.), *Studio Olafur Eliasson: An Encyclopedia*, Taschen, Cologne, pp. 10-19.

Weidner, S. et alii (2018), "The implementation of adaptive elements into an experimental high-rise building", in *Steel Construction*, vol. 11, issue 2, pp. 109-117. [Online] Available at: onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/stco.201810019 [Accessed 30 October 2019].

Yoshitake, M. (ed.) (2017), *Yayoi Kusama. Infinity mirrors*, Prestel, Munich.